

UNIVERSITATEA "POLITEHNICA"
TIMIȘOARA
BIBLIOTECA CENTRALĂ

Nr. Inv. _____

Dulap _____ Lit. _____

CENTRUL EDUCAȚIEI NAȚIONALE
UNIVERSITATEA POLITEHNICA TIMIȘOARA
FACULTATEA DE MECANICĂ

ing. Răcoceanu Cristinel

**CONTRIBUȚII PRIVIND STUDIUL GENEZEI ȘI DISPERSIEI
NOXELOR REZULTATE LA ARDEREA LIGNIȚILOR INFERIORI ÎN
C.T.E. ROVINARI**

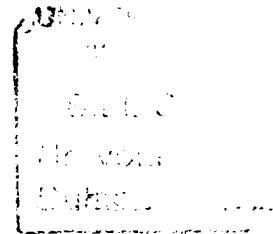
TEZĂ DE DOCTORAT

Conducător științific: Prof. dr. ing. Corneliu Ungureanu

TIMIȘOARA

2001

Cuvânt înainte



Ca și celelalte termocentrale românești, C.T.E. Rovinari a fost proiectată într-o perioadă când impactul funcționării acestora asupra mediului era subevaluat, iar constrângerile referitoare la protecția mediului erau relativ puține. Amplasamentul termocentralelor a fost ales, de cele mai multe ori după alte criterii (sursa de răcire, combustibil, consumator de energie) și nici o dată după cel al impactului minim asupra mediului. Înălțimea coșului de fum era considerată mijloc (unic) eficient de evitare a poluării aerului în zona învecinată, chiar în situațiile cele mai defavorabile ale penei de fum. Teza de doctorat își propune să realizeze o analiză critică a nivelului de poluare datorat funcționării uneia dintre cele mai mari termocentrale din țară, să identifice soluțiile necesare a fi aplicate în vederea reducerii concentrației noxelor rezultate prin arderea ligniților inferiori și a impactului asupra mediului înconjurător datorat funcționării C.T.E. Rovinari.

În întreaga activitate desfășurată pe parcursul perioadei de pregătire generală și de elaborare a tezei de doctorat, am folosit cunoștințele dobândite în timpul anilor de studii în cadrul secției de Mașini Termice de la Facultatea de Mecanică a Institutului Politehnic "Traian Vuia" din Timișoara, unde, am avut șansa să mă formez ca specialist, sub îndrumarea unui prestigios colectiv de cadre didactice.

Doresc să mulțumesc în primul rând domnului profesor doctor inginer Cornel Ungureanu, pentru întreaga activitate de îndrumare și coordonare a perioadei de pregătire generală și de elaborare a tezei de doctorat, pentru sugestiile, recomandările și sprijinul permanent acordat, inclusiv în perioadele dificile, inerente oricărei activități de cercetare științifică

. Doresc, de asemenea, să mulțumesc doamnei profesor doctor inginer Ioana Ionel, conducătorul colectivului de cercetare științifică de la catedra de T.M.T.A.R. a Universității "Politehnica" din Timișoara care s-a remarcat prin realizări deosebite în domeniul studiului dispersiei noxelor și a protecției mediului înconjurător, pentru sprijinul acordat în elaborarea calculului de dispersie a noxelor, programul de calcul ISC3 View fiindu-mi pus la dispoziție de către acest colectiv.

Doresc să mulțumesc pe această cale, specialiștilor din Serviciul termomecanic, secția Exploatare termomecanică, secția Chimică și

compartimentul de Protecția Mediului de la C.T.E. Rovinari, precum și specialiștilor de la Agenția pentru Protecția Mediului Târgu-Jiu și de la Stația Meteorologică Târgu-Jiu, pentru sprijinul acordat în activitatea de documentare.

Doresc, de asemenea, să mulțumesc foștilor colegi de la SC General Turbo SA București și colegilor de la catedra de Energetică a Facultății de inginerie din cadrul Universității "Constantin Brâncuși" Târgu-Jiu, pentru înțelegerea acordată pe parcursul perioadei de pregătire generală și elaborare a tezei de doctorat.

Mulțumiri sincere adresez totodată familiei mele care m-a susținut în toate fazele elaborării lucrării.

Autorul

CUPRINS

Introducere.....	6
1. Capitolul 1 PREZENTAREA PRINCIPALELOR INSTALAȚII ALE C.T.E ROVINARI.....	15
1.1. Tipul instalațiilor utilizate	
1.2. Fluxurile tehnologice ale centralei	
1.3. Organizarea generală a centralei	
1.4. Instalațiile de tratare chimică a apei	
2. Capitolul 2 PREZENTAREA SISTEMULUI DE PREPARARE A PRAFULUI DE CĂRBUNE.....	24
2.1. Alimentatorul de cărbune tip ERKO	
2.2. Moara DGS 100	
3. Capitolul 3 STUDIUL SISTEMULUI DE ARDERE ȘI AL ARDERII PARTICULEI DE CĂRBUNE ÎN FOCAR.....	28
3.1. Arzătorul de cărbune praf cu fante	
3.2. Instalația de postardere	
3.3. Studiul arderii particulei de cărbune în focar	
3.4. Instalația de aer-gaze de ardere	
4. Capitolul 4 MECANISMELE DE FORMARE ȘI EFECTELE NOCIVE ALE POLUANȚILOR REZULTAȚI PRIN ARDEREA COMBUSTIBILILOR ÎN CENTRALELE TERMICE ȘI TERMOELECTRICE.....	42
4.1. Emisia de oxizi de sulf.....	42
4.1.1. Mecanismul de formare a oxizilor de sulf	
4.1.2. Efectele dioxidului de sulf asupra organismului uman	
4.1.3. Efectele dioxidului de sulf asupra vegetației	
4.1.4. Efectele dioxidului de sulf asupra materialelor metalice și asupra altor materiale	
4.2. Emisia de oxizi de azot.....	43
4.2.1. Mecanismele de formare a oxizilor de azot	
4.2.1.1. Mecanismul termic de formare a oxizilor de azot	
4.2.1.2. Mecanismul prompt de formare a oxizilor de azot	
4.2.1.3. Mecanismul formării oxizilor de azot din azotul existent în combustibil	
4.2.1.4. Formarea dioxidului de azot	
4.2.2. Efectele nocive ale oxizilor de azot	
4.2.2.1. Efectele nocive ale oxizilor de azot asupra organismului uman	

4.2.2.2.	Efectele nocive ale oxizilor de azot asupra mediului	
4.3.	Emisia de pulberi.....	51
4.3.1.	Efectele nocive ale pulberilor	
4.3.1.1.	Efectele nocive ale pulberilor asupra organismului uman	
4.3.1.2.	Alte efecte nocive ale pulberilor	
4.4.	Emisia de oxizi de carbon.....	52
4.4.1.	Mecanisme de formare a oxizilor de carbon	
4.4.2.	Efectele nocive ale monoxidului de carbon	
4.4.3.	Efectele nocive ale dioxidului de carbon	
5.	Capitolul 5 METODE DE EVALUARE A EMISIEI POLUANȚILOR DIN CENTRALELE TERMICE ȘI TERMOELECTRICE; EVALUAREA EMISIEI POLUANȚILOR LA C.T.E. ROVINARI.....	55
5.1.	Calculul emisiei poluanților.....	55
5.1.1.	Metoda de evaluare operativă a emisiilor de SO ₂ ,NO _x ,pulberi și CO ₂	
5.2.	Evaluarea producției de poluanți la C.T.E. Rovinari.....	57
6.	Capitolul 6 METODE DE EVALUARE A DISPERSIEI POLUANȚILOR DIN CENTRALELE TERMICE SI TERMOELECTRICE; EVALUAREA DISPERSIEI POLUANȚILOR LA C.T.E. ROVINARI	
6.1.	Factorii determinanți ai dispersiei poluanților.....	72
6.1.1.	Factori ce țin de sursa de poluare	
6.1.2.	Factori meteorologici	
6.1.2.1.	Temperatura	
6.1.2.2.	Condiții de stabilitate atmosferică	
6.1.2.3.	Vântul	
6.1.2.4.	Starea de turbulență a aerului atmosferic	
6.1.2.5.	Umiditatea	
6.1.3.	Factori topografici	
6.1.4.	Schema Pasquill-Turner pentru determinarea claselor de stabilitate a atmosferei	
6.2.	Dispersia poluanților.....	80
6.2.1.	Introducere	
6.2.2.	Relațiile de calcul ale lui Pristley	
6.2.3.	Modelarea gaussiană a dispersiei	
6.3.4.	Supraînălțarea penei de poluant	
6.3.	Evaluarea dispersiei poluanților la C.T.E. Rovinari.....	87
6.4.	Descrierea programului de modelare numerică a dispersiei atmosferice ISC3 View.....	104
7.	Capitolul 7 CONCLUZII GENERALE; IMPACTUL C.T.E.ROVINARI ASUPRA MEDIULUI.....	110

INTRODUCERE

Dintre problemele deosebit de complexe pe care societatea modernă le are de rezolvat, printre cele prioritare se numără și problemele energiei și ale mediului. Problemele energiei se găsesc pe primul plan deoarece în prezent, acestea fac parte integrantă din însăși activitatea nu numai a indivizilor, ci și a colectivității în ansamblu.

Dacă la mijlocul secolului XIX peste 85% din energiile folosite erau nepoluante, provenind de la animale, oameni și de la soare (în special prin intermediul mișcării aerului, al căderilor de apă și al bioenergiei), în prezent energiile utilizate sunt obținute în proporție de peste 80% prin conversia energiei conținute în combustibilii fosili, implicând folosirea noilor tehnologii de limitare sau eliminare a poluării mediului. Impactul poluării aerului asupra ființelor umane reprezintă o motivație importantă care justifică controlul ei. Majoritatea persoanelor nu pot să aleagă atmosfera pe care o respiră [6.26].

Întreaga viață pe Terra se bazează pe funcționarea sistemului global al ecosferei, alcătuit din lumea vie și din învelișurile de apă și aer, respectiv din scoarța terestră. Viața ecosferei se traduce prin toate ciclurile în cadrul cărora materia trece de la o formă la alta, într-o perpetuă schimbare și neîntreruptă revenire la formele trecute. Menținerea echilibrului dinamic al fiecărui ciclu și al ansamblului ecosferei, controlat și asigurat prin autoreglări naturale, poate fi pereclitată doar în cazul apariției unui impact, caracterizat printr-o intervenție de mare intensitate sau de lungă durată : *activitatea omului*, care, în goana sa după civilizație, și-a permis să intervină adeseori brutal în echilibrul natural [6.15]. Apariția și evoluția ființei umane au fost evenimentele care au introdus noi și puternice influențe asupra mediului natural. Dacă plantele și animalele se adaptează la condițiile oferite de mediu, omul și-a impus voința, încercând să adapteze mediul la necesitățile sale și ale societății. Impunându-și *dreptul* de a transforma mediul înconjurător, omul nu a procedat rațional și s-a *trezit* doar în momentul în care *alarma* s-a declanșat natural. Atunci când a început să fie conștient și a sesizat că este simultan și *creația și creatorul* mediului, în plină civilizație și expansiune industrială, a trecut la elaborarea unor strategii de evitare, limitare și refacere a distrugerilor datorate propriei evoluții [6.15]. Astfel s-a început lupta generală pentru protejarea stratului de ozon, limitarea efectului de seră, evitarea formării ploilor acide, a distrugerilor de păduri sau specii, a pierderii biodiversității, a poluării locale și transfrontiere, a degradărilor ireversibile în general. S-au conceput noi tehnologii și aparate de investigat, s-au dezvoltat noi concepte, s-au impus legislații severe privind calitatea aerului, apei și solului, acționându-se prin limitare direct la sursele de poluare [6.16].

Energia reprezintă unul din principalele atribute ale dezvoltării umane. Conversia energiei din formele sale primare în cele utilizabile în mod direct de către om este însoțită aproape întotdeauna de eliberarea unor componente nocive, cu efecte ecologice negative. Aceste aspecte negative au fost conștientizate destul de târziu, în a doua jumătate a secolului XX, odată cu creșterea consumului de energie primară. Emisiile de noxe sunt necontrolate în mare măsură, deși există numeroase reglementări naționale și internaționale în vigoare. Poluanții emiși provin din industrie, din instalațiile de ardere mobile și staționare, sunt generați accidental sau continuu, dar totdeauna, ajunși în atmosferă liberă, sunt purtați de vânturi și preluați de turbulențe, traversând teritorii vaste

și intervenind în dezechilibrarea balanței naturale a pământului, climei și faunei sale [6.26] Țările industrializate investesc mult și foarte mult în sisteme de depoluare, țările cu potențiale mai reduse aproape deloc, iar țările slab dezvoltate nici nu-și pot pune această problemă. În tabelul 1 sunt prezentate cheltuielile curente pentru combaterea poluării și ponderea lor în produsul intern brut în diverse țări ale lumii [6.26].

Tabelul 1

Regiunea	Chelt. miliarde \$ 1970	% din PIB 1970	Chelt. miliarde \$ 1980	% din PIB 1980	Chelt. miliarde \$ 1990	% din PIB 1990	Chelt. miliarde \$ 2000	% din PIB 2000
America de Nord	8,5	0,8	13,5	0,877	17,2	0,829	21,2	0,78
America Latină (venit mediu)	-	-	0,05	0,244	1,0	0,245	4,1	0,461
America Latină (venit scăzut)	-	-	-	-	-	-	0,6	0,198
Europa Occidentală (venit ridicat)	3,9	0,533	7,2	0,69	11,2	0,709	17,2	0,793
Europa Occidentală (venit mediu)	0,1	0,179	0,3	0,194	0,6	0,216	2,3	0,399
C.S.I.	1,1	0,247	4,2	0,554	9,4	0,683	13,4	0,67
Europa Răsăriteană	0,4	0,229	1,5	0,538	3,1	0,641	4,3	0,635
Asia (planificare centralizată)	-	-	-	-	-	-	-	-
Japonia	0,9	0,465	2,5	0,687	4,9	0,83	7,5	0,805
Asia (venit scăzut)	-	-	-	-	-	-	-	-
Orientul Mijlociu	-	-	0,2	0,149	-	-	4,3	0,436
Africa (aridă)	-	-	-	-	-	-	-	-
Africa (tropicală)	-	-	-	-	-	-	-	-
Africa de Sud	-	0,164	0,1	0,222	0,1	0,219	0,6	0,418
Oceania	0,2	0,421	0,4	0,671	0,9	0,858	1,1	0,689

Atmosfera terestră este un amestec de componente gazoase, în principal azot și oxigen, alături de câteva zeci de alte gaze, care se găsesc în cantități foarte mici (urme) și se compune din mai multe straturi, în care condițiile fizice și chimice sunt diferite. În urma alternării zilei cu noaptea și a anotimpurilor, dar în special în urma acțiunii radiației UV de la soare, se produc fotolizele, deci disocieri, în urma cărora apar compuși extrem de nocivi, care intră în reacții în lanț, putând periclita viața pe pământ [6.27]. Poluanții din atmosferă pot fi *poluanți primari* care sunt emiși direct din surse identificabile sau identificate și *poluanți secundari*, care sunt produși în aer prin interacțiunea a doi sau mai multor poluanți sau chiar prin reacția cu anumiți constituenți ai aerului. Funcționarea centralelor termoelectrice clasice, bazate pe arderea combustibililor fosili, conduce la evacuarea în atmosferă a unor cantități importante de noxe (CO, CO₂, SO₂, NO_x, cenușă, concentrații reduse de NH₃ și substanțe radioactive).

Monoxidul de carbon (CO) este cel mai răspândit poluant, aparține poluanților carbonici alături de dioxidul de carbon (CO₂), hidrocarburi și aldehide. În cazul arderii

imperfecte, care se întâlnește destul de frecvent, eliberarea dioxidului de carbon este însoțită de degajarea concomitentă a monoxidului de carbon, care este foarte nociv pentru organismele vii, în general, iar pentru oameni în special. CO intră în corpul omenesc prin inhalare și este absorbit direct de către curentul de sânge, efectul principal fiind intoxicația [6.40]. Dacă combustibilul conține carbon, dioxidul de carbon apare inerent în orice reacție de ardere. Prin arderea cărbunilor se degajă o foarte mare cantitate de dioxid de carbon, al cărui conținut crește în atmosferă cu aproximativ 0,2% în fiecare an [6.26]. Datorită dezvoltării tehnologice, concentrația acestuia în aerul atmosferic a crescut continuu, fiind actual de circa 340 ppm în volum [6.26]. Dioxidul de carbon (CO_2) este toxic numai în concentrații foarte mari (peste 5000 ppm) dar influențează clima prin *efectul de seră* creat asupra pământului [6.16].

Pământul poate fi considerat un corp negru, dar numai cu aproximație, deoarece valoarea medie a coeficientului de absorbție este de circa 95%. Are o temperatură superficială medie de circa 288K, deci $\lambda_{\text{max}} = 10\mu\text{m}$ (în domeniul infraroșu) [6.17]. Aplicând legea lui Kirchhoff și admitând o valoare de 95% pentru coeficientul de emisie, radiația terestră rezultă aprox. 374 W/m^2 , deci cu mult mai mult decât valoarea de 175 W/m^2 , cât îi revine scoarței terestre direct de la soare. Acest "deficit" energetic se compensează prin fenomenul natural în urma căruia atmosfera absoarbe în domeniul infraroșu, devenind astfel, la rândul ei, un corp radiant, capabil să asigure continuu o "contraradiație" către pământ. Valoarea globală a acesteia este de aprox. 300 W/m^2 , ceea ce "ușurează" sarcina de radieră a pământului până la aprox. 73 W/m^2 [6.17]. Fenomenul de "ecranare" de către atmosferă este similar cu cel ce se petrece în seră, unde lumina solară având lungimi reduse de undă este lăsată să treacă prin sticlă, în timp ce radiația de la plante respectiv de la sol nu o poate penetra, trebuind să revină spre interiorul serei. De aici denumirea de *efect de seră* [6.17]. Acest fenomen constituie principala sursă de încălzire a atmosferei. În lipsa lui, temperatura aerului ar fi inferioară cu aproape 30°C valorii sale medii actuale. Frațiunea de energie luminoasă incidentă radiată difuz de un corp se numește *albedo* (în latină "albeață"). Se constată că *albedo planetar* este de 30%, iar *albedo terestru*, în medie de 4% din 55%, adică de 8%, dependent de proprietăți specifice (de ex. marea, la incidență normală, are 4%, gheața are 35%, zăpada are 80%). [6.17]. Dacă am admite o valoare de 30% pentru albedo planetar și un coeficient de emisie al scoarței de 95%, atunci temperatura la sol ar rezulta de circa 258K, deci cu 30K mai redusă decât în realitate. Dacă s-ar face abstracție de contraradiația exercitată în atmosferă, pentru un albedo terestru de numai 10% și un factor de emisie al scoarței tot de 95%, temperatura la sol ar trebui să fie de aprox. 273K, adică cu 15K mai mică decât cea reală. Aceste două fenomene ipotetice descrise evidențiază nu numai efectul fenomenului de seră asupra temperaturii medii la sol, dar și faptul că el este un fenomen natural și vital, care există "de când lumea". [6.17].

În ultimul secol a crescut semnificativ conținutul de gaze cu efect de seră. Contribuția care revine dioxidului de carbon la producerea efectului de seră este apreciată la circa 50%. În prezent, 80% din emisiile mondiale de dioxid de carbon provin din arderea combustibililor fosili, de menționat fiind și emisiile de CO_2 la erupția vulcanilor [6.26].

Potrivit unui studiu elaborat de organizația ecologistă americană "Worldwatch" [6.47] începând din anul 1988 au fost emise în aer peste 6000 milioane tone de dioxid

de carbon în urma arderii cărbunelui, iar emanațiile de acest gen cresc într-un ritm de 3% anual. Studiul avertizează că, dacă se va continua în ritmul atins, emanațiile de dioxid de carbon vor depăși 10000 milioane tone la scurt timp după intrarea în mileniul III. Oamenii de știință au calculat că este necesar ca emanațiile de dioxid de carbon să fie reduse cu 2000 milioane tone anual pentru a reabilita oarecum situația. Încălzirea atmosferei terestre datorită activităților umane este o certitudine științifică. Dacă se mențin tendințele actuale, temperatura medie a globului ar putea crește în jur de 0,3°C (între 0,2° și 0,5°C), într-un ritm superior celui constatat în cursul ultimilor 10.000 de ani. Acest fenomen ar putea tulbura climatul, antrenând consecințe multiple (creșterea nivelului mărilor de la 1 la 10 cm într-un deceniu, uscarea unei zone astăzi temperate, accentuarea fenomenelor meteorologice și climatice externe).[6.26]. Fenomen planetar, efectul de seră nu va putea fi stăpânit decât printr-un efort al tuturor țărilor, după modelul celui întreprins pentru protecția stratului de ozon (Convenția de la Viena din 1985 și Protocolul de la Montreal din 1986 revăzut în 1990)[5.1].

Cenușa zburătoare, eliminată prin coșul de fum al instalațiilor de ardere, praful de cenușă fin antrenat, de vânt din haldele de depozitare a cenușii și praful de cărbune, provenit din haldele de cărbune sau din transportul și prepararea acestuia, constituie împreună o noxă solidă, care se găsește și sub formă de aerosoli. Prin inhalarea particulelor crește riscul bolilor pulmonare, particulele nereținute de mucoasa nazală depozitându-se în plămâni și bronhii.[5.1]. În tabelul 2 este prezentată emisia totală de particule în cazul poluării aerului în diferite țări ale lumii[6.26].

Tabelul 2

milioane tone

Regiunea	1970	1980	1990	2000
America de Nord	14,21	4,21	4,21	4,21
America Latină (venit mediu)	1,09	1,23	2,51	0,78
America Latină (venit scăzut)	0,34	0,75	1,76	1,74
Europa Occidentală (venit ridicat)	1,22	1,22	1,22	1,22
Europa Occidentală (venit mediu)	0,45	0,82	1,53	0,55
C.S.I.	3,72	0,7	1,17	1,17
Europa Răsăriteană	1,41	0,12	0,53	0,53
Asia (planificare centralizată)	0,96	2,13	3,74	6,02
Japonia	0,23	0,23	0,23	0,23
Asia (venit scăzut)	0,64	1,04	2,47	3,44
Orientul Mijlociu	0,15	1,02	6,63	1,25
Africa (aridă)	0,19	0,26	0,56	0,67
Africa (tropicală)	0,12	0,22	0,47	0,45
Africa de Sud	0,11	0,17	0,32	0,15
Oceania	0,05	0,05	0,05	0,05

Privind pulberile și dispersia acestora, s-a constatat că cele având dimensiuni mai mari de 20 microni, existente în atmosferă, recad pe sol în funcție de condițiile existente în imediata apropiere a centralelor termoelectrice, iar cele având dimensiuni mai mici de

5 micrometri, rămân un timp nelimitat în atmosferă și nu se așează pe sol decât în absența vântului sau odată cu ploaia. [6.26].

Cantitățile din ce în ce mai mari de particule emanate în atmosferă, pot provoca schimbări climatice imprevizibile atât pe durata menținerii lor în stare de suspensie, prin modificarea proprietăților aerului de a absorbi și dispersa lumina solară, cât și după depunerea lor pe ghețurile polare, prin creșterea capacității acestora de a absorbi energia solară [6.40].

Emisia oxizilor de sulf are ca efecte asupra mediului înconjurător modificări ale dezvoltării vegetației, prin schimbări ale mecanismului de asimilare a clorofilei.

Într-o primă fază, dioxidul de sulf (SO_2) dă naștere acidului sulfuros, care prin oxidare se transformă în acid sulfuric, devenind sursa *ploilor acide*, formă sub care își exercită la nivelul solului acțiunea distrugătoare asupra vegetației perene. Dioxidul de sulf este responsabil de aproximativ 2/3 din aciditatea emisă. Se apreciază că la valori ale concentrațiilor de dioxid de sulf cuprinse între $0,37 \text{ mgSO}_2/\text{m}^3\text{ aer}$ și $2,6 \text{ mgSO}_2/\text{m}^3\text{ aer}$, vegetația este distrusă. Prin acțiunea corozivă a dioxidului de sulf asupra instalațiilor ce compun circuitul gazelor de ardere, se intensifică procesul de uzură a instalațiilor.

Intrând în circulația atmosferică zonală, SO_2 exercită efectul poluant nu numai în regiunea sau țara în care este generat, ci și în alte regiuni sau țări aflate pe direcția vânturilor dominante. Acest proces este favorizat de construirea unor coșuri înalte prin intermediul cărora gazele de ardere, având o temperatură ridicată și o viteză de evacuare mare, sunt conduse la o înălțime mare. Dioxidul de sulf asociat cu praf, tinde să paralizeze celulele ciliate de pe căile respiratorii, facilitând pătrunderea în plămâni a unor substanțe cancerigene de tipul benzpirenului din atmosfera poluată a orașelor [6.40].

În procesul de ardere a combustibililor apar de asemenea oxizi de azot, denumiți în mod sintetic NO_x , constituind un efect secundar al arderii combustibililor fosili la temperaturi înalte, datorită reacției oxigenului în exces cu azotul din aer și combustibil. Reacția este dependentă în mod direct de mărimea excesului de aer și de temperatura flăcării.

Din cantitatea totală de NO_x dezvoltată prin ardere, aproximativ 95% este sub formă de monoxid de azot (NO) și doar restul sub formă de dioxid de azot (NO_2). Transformarea monoxidului de azot în NO_2 , gazul de mare toxicitate, este un proces lent, împiedicat în general de răcirea rapidă a gazelor. [5.1].

Efectele acumulărilor de oxizi de azot și oxizi de sulf pot fi ploile acide, care sunt principala cauză a distrugerii vegetației, pădurilor, precum și acidificarea apelor râurilor și lacurilor. Oxizii de azot sunt responsabili de aproximativ 1/3 din aciditate

.Poluanții fotooxidanți (de exemplu ozonul troposferic) sunt rar degajați direct. Ei se formează în general chimic, la baza atmosferei, plecând de la oxizii de azot (NO_x) și diverși compuși carbonici (CO , CH_4) solvenți și compuși organici volatili, sub influența razelor ultraviolete ale soarelui [6.26].

Aspectele legate de starea mediului preocupă foarte mult țările membre ale Organizației Națiunilor Unite. Apare necesitatea întăririi activității comune în domeniul protecției și conservării mediului, mai ales prin introducerea unor legislații naționale și internaționale. Pe lista reuniunilor la nivel înalt, care își propun dezbaterile și găsirea de

noi soluții pentru rezolvarea problemelor globale ale protecției mediului, se înscrie și *Conferința Națiunilor Unite privind Mediul și Dezvoltarea*, care a avut loc la Rio de Janeiro, în iulie 1992. Problema fundamentală a fost abordarea integrală a aspectelor economice și sociale de mediu. Cu acest prilej, au fost dezbătute o serie de documente și a fost formulată "*Declarația de la Rio*", care conține principiile fundamentale pe care statele își vor baza deciziile viitoare și "*Agenda 21*", care se constituie ca un *plan de acțiune pentru secolul 21* și are ca principiu de bază *dezvoltarea durabilă* [5.1].

Singura cale pentru o dezvoltare economică pe termen lung a omenirii este protejarea mediului, care trebuie să facă obiectul unui echitabil parteneriat, atât între guvernele țărilor, cât și între sectoare importante ale societății.

Pentru România, în ceea ce privește aspectele concrete actuale ale aplicării în legislația de mediu a principiilor de la Rio, este necesar ca acestea să se aplice în cadrul socio-economic al momentului, care se caracterizează prin câteva repere de bază [5.1]:

1. România are un cadru natural eterogen, care, în linii generale, este într-o stare acceptabilă, exceptând unele efecte ale intervențiilor antropice brutale din ultimele decenii.

2. Asigurarea îmbunătățirii condițiilor de mediu reclamă: oprirea sau reducerea activităților intens poluante, restructurări industriale, refacerea treptată a mediului începând cu cel natural și prevenirea prin control continuu, a oricăror evenimente de natură să afecteze negativ mediul.

3. Lipsa actuală de fonduri, la nivelul întregii economii, impune, cu necesitate, ca intervențiile foarte costisitoare să beneficieze de împrumuturi și subvenții, introducerea unor descurajări (amenzi) pentru neluarea unor măsuri, valorificarea economică a deșeurilor rezultate din aplicarea unor procedee nepoluante sau de captare a unor emisii poluante.

Întrucât instalațiile de ardere a combustibililor clasici se situează pe loc fruntaș în ceea ce privește emisia de noxe în mediul ambiant, s-au fixat pentru acestea valori limită ale emisiilor de gaze evacuate prin coșul de fum. Asemenea norme au fost elaborate în toate țările industrializate din lume, ele fiind mai severe sau mai puțin severe, în funcție de specificul fiecărei țări, de combustibilii utilizați, de puterea termică unitară a grupului energetic, durata de viață restantă a instalațiilor, nivelul de dezvoltare a tehnologiilor de ardere și curățire a gazelor de ardere.[5.1].

În România, la 29.12.1995 a apărut *Legea Protecției Mediului* (având nr.137) cu referire generală la următoarele activități care sunt supuse procedurii de evaluare a impactului asupra mediului pentru eliberarea acordului și/sau autorizației de mediu: transporturi, energie (producție, transport, stocare), construcții hidrotehnice, eliminarea deșeurilor și a ambalajelor, apărarea națională, sport, turism, agrement, industrie, alte lucrări sau instalații. *Ordinul nr. 462/1993* elaborat de Ministerul Apelor, Pădurilor și Protecției Mediului fixează "*Norme de limitare a emisiilor de poluanți pentru instalații de ardere*" [5.1].

Cadrul legislativ din domeniul protecției mediului își propune prevenirea și reducerea poluării de orice natură, conservarea și păstrarea calității factorilor de mediu, gospodărirea responsabilă a resurselor naturale și evitarea supraexploatării, reconstrucția ecologică a zonelor afectate de poluarea produsă de activitățile antropice și fenomenele

naturale distructive și nu în ultimul rând, păstrarea unui echilibru între mediul natural și calitatea vieții.[5.1].

Din punct de vedere cantitativ, omenirea consumă în prezent o cantitate anuală de energie care, față de mijlocul secolului trecut, este de peste 1000 ori mai mare [6.26].

Conform scenariilor realizate de Consiliul Mondial al Energiei, în cooperare cu Institutul Internațional pentru Analiza Sistemelor Aplicate, cererea globală de energie primară va crește cu cel puțin 50% în perioada 1990-2000 și chiar cu peste 70%. Până în anul 2100, consumul de energie primară ar putea să crească de cinci ori față de nivelurile actuale [6.50].

Producția energiei continuă să fie dominată, din punctul de vedere al resurselor primare, de folosirea combustibililor neregenerabili fosili de tip cărbune, păcură și gaze naturale. În deceniile următoare nu se prevăd schimbări majore în domeniul energetic, anticipându-se o dependență de combustibilii fosili (mai ales lignit) dar și creșterea deosebită a eficienței în producerea, transformarea și utilizarea energiei. Din punct de vedere al energiei primare, România are o structură polienergetică, dispunând de toate tipurile de combustibili: solizi, lichizi și gazoși. Zăcămintele importante de cărbuni bruni și ligniți se găsesc în Oltenia de nord, Muntenia și Ardealul de nord [4.3].

Dezvoltarea energetică în România nu poate fi continuată fără folosirea combustibililor fosili, cu utilizarea tehnologiilor noi de limitare a poluării mediului.

Pe linia dezvoltării sectorului energetic, se situează și modernizarea grupurilor energetice care funcționează cu combustibili fosili, printre care se numără și C.T.E. Rovinari . Față de celelalte centrale care funcționează cu combustibili fosili, C.T.E. Rovinari are avantajul unor cheltuieli minime cu transportul cărbunelui, care, ajunge în centrală direct din cariere, prin intermediul benzilor transportoare. Efectul acestor cheltuieli cu transportul cărbunelui, împreună cu îmbunătățirea randamentului de funcționare a grupurilor energetice re tehnologizate (grupul nr.5 și grupul nr.6), îl reprezintă cel mai scăzut preț de producere a unui MW, în comparație cu celelalte centrale care funcționează cu cărbune din bazinul minier al Olteniei.

Retehnologizarea grupurilor energetice nr.4 (la care lucrările au început în anul 1999) și nr.3, apare ca o necesitate imediată în vederea creșterii eficienței producției de energie, furnizată consumatorilor la un preț cât mai scăzut , creșterea siguranței în funcționare și reducerea poluării mediului ambian [1.4].

Cel mai puternic impact asupra mediului al C.T.E. Rovinari, este datorat arderii combustibililor fosili. În general, cele mai semnificative aspecte negative sunt: emisiile în aer, emisiile de ape reziduale, emisiile de reziduuri solide, emisiile de zgomot, impactul vizual.

În cursul anului 1999, la C.T.E. Rovinari producția de energie electrică a fost de 2.802.365 MWh iar producția de energie termică de 11.125 Gcal, consumul de lignit fiind de 3.705.133 tone. Consecințele negative ale impactului lignitului asupra mediului ambiant se constată chiar de la extracția acestuia din subteran, dar mai ales în cazul exploatărilor de suprafață, care uneori lasă în urma lor peisaje selenare. Și în procesul de transport și depozitare, lignitul poluează mediul ambiant, mai ales prin cantitățile de praf care se produc și care sunt răspândite de agenții atmosferici. Cea mai serioasă poluare a mediului se datorează produselor arderii lignitului: praf de cenușă, oxizi de carbon (CO,

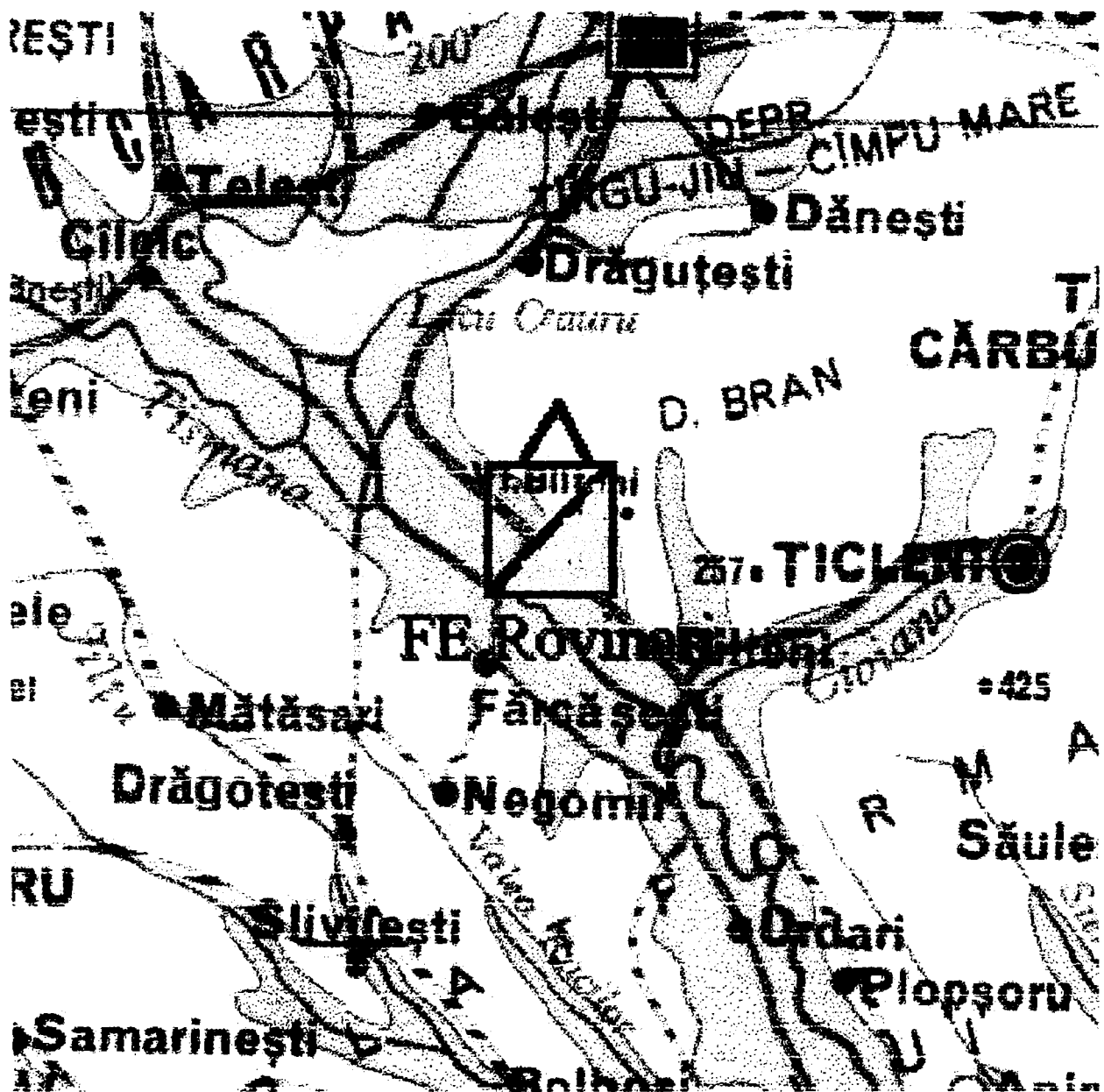
CO₂), oxizi de sulf (SO₂, SO₃), oxizi de azot (NO, NO₂) și alte noxe (HCL, HFL, substanțe organice etc.).

Dezvoltarea durabilă a C.T.E. Rovinari precum și a celorlalte centrale termoelectrice pe cărbune inferior, nu se poate face decât cu utilizarea noilor tehnologii de limitare sau eliminare a poluării mediului. Simularea numerică a dispersiei poluanților în atmosfera liberă este o metodă modernă, relevantă și intuitivă, demnă de a fi aplicată mai ales în condițiile din România, unde sistemul de monitorizare a emisiilor și imisiilor este abia la început, iar legislația adoptată în domeniu nu se aplică decât parțial.

Teza de doctorat "Contribuții privind studiul genezei și dispersiei noxelor rezultate la arderea ligniților inferiori în C.T.E. Rovinari", își propune ca pe baza literaturii de specialitate să prezinte mecanismele de formare a noxelor la arderea ligniților inferiori, să realizeze o analiză critică a nivelului de poluare a aerului datorat funcționării C.T.E. Rovinari, să identifice măsurile necesare pentru reducerea noxelor și să exemplifice simularea numerică a dispersiei noxelor în atmosfera liberă prin efectuarea unui calcul de dispersie.

Pentru realizarea temei tezei de doctorat, autorul a consultat o bibliografie vastă, cuprinzând lucrări de specialitate apărute în țară și în străinătate. În vederea evaluării emisiei de poluanți, au fost utilizate documentație tehnică și date furnizate de compartimente de specialitate din C.T.E. Rovinari și Agenția pentru Protecția Mediului Târgu-Jiu. Autorul a participat la măsurătorile emisiei de noxe pe coșul de fum CF3 efectuate de ICEMENERG BUCUREȘTI și ICPET BUCUREȘTI.

Pentru efectuarea calculului de dispersie a noxelor autorul a folosit programul de calcul ISC3 View aflat în dotarea colectivului de cercetare de la Catedra de Termotehnică, Mașini Termice și Autovehicule Rutiere a Universității "Politehnica" din Timișoara, unde s-a acumulat experiență privind rularea programelor gaussiene de diferite generații lucrând sub DOS și Windows, care sunt adaptate pentru aplicabilitate în România. Datele meteorologice necesare rulării programului de calcul au fost furnizate autorului de către stația meteorologică de la Tg-Jiu.



Localizarea C.T.E. Rovinari

PREZENTAREA PRINCIPALELOR INSTALAȚII ALE C.T.E. ROVINARI

Localizată la aproximativ 16 km spre vest de orașul Târgu-Jiu, la o altitudine de 250 m, în mijlocul unei zone de exploatare miniere de lignit la suprafață, C.T.E. Rovinari este amplasată în imediata apropiere a comunicației rutiere Târgu-Jiu - Craiova (E 79) și feroviare Târgu-Jiu - București (linia 202) [1.4].

C.T.E. Rovinari are o putere instalată de 1720 MW, în componența centralei intrând două grupuri energetice de 200 MW și patru grupuri energetice de 330 MW.

1.1. TIPUL INSTALAȚIILOR UTILIZATE

Pentru grupurile energetice de 200 MW :

- 2 cazane de abur BZKG tip Benson cu circulație forțată unică :
 - debit abur: 179,16 kg/s (645 t/h);
 - presiune: $180,3 \times 10^5 \text{ N/m}^2$;
 - temperatură: 550^0 C ;
- 2 turbine tip SKODA de 200 MW ;
- 2 ventilatoare de aer axiale orizontale, pe fiecare cazan ;
- 2 ventilatoare de gaze de ardere axiale, pe fiecare cazan.

Pentru grupurile energetice de 330 MW :

- 4 cazane de abur tip VULCAN cu circulație forțată unică :
 - debit abur: 287,5 kg/s (1035 t/h) ;
 - presiune: $198,6 \times 10^5 \text{ N/m}^2$;
 - temperatură: 540^0 C ;
- 4 turbine cu condensatie F1C 330 ;
- 2 ventilatoare de aer axiale orizontale, pe fiecare cazan ;
- 2 ventilatoare de gaze de ardere axiale, pe fiecare cazan .

1.2. FLUXURILE TEHNOLOGICE ALE CENTRALEI

1.2.1. PRODUCEREA ENERGIEI ELECTRICE

Grupurile energetice de 330 MW de la C.T.E. Rovinari sunt alcătuite din scheme bloc, care realizează legătura directă pe parte de abur dintre cazan și turbină. Apa de alimentare are de asemenea un traseu unic între turbina și cazanul aceluiași bloc, pompele de apă de alimentare aspirând din rezervorul degazorului [1.3].

Cazanul de 287,5 kg/s este un cazan cu străbateră forțată unică de tip Benson, având rolul de a produce abur la presiune subcritică, astfel încât apa intrată în cazan este încălzită, vaporizată și supraîncălzită într-o singură trecere prin cazan. La cazanele care ard combustibili inferiori (lignit) a căror cenușă are un conținut mare de siliciu (SiO_2) există probleme deosebite legate de erodarea țevilor schimbătoare de căldură de către cenușa antrenată de gazele de ardere. Pentru a elimina eroziunea legată de schimbările de direcție a gazelor s-a adoptat o soluție cu un singur tiraj: cazan turn [1.1].

Cazanul este suspendat de scheletul de susținere, care se compune dintr-o parte metalică ce servește la susținerea tuturor schimbătoarelor de căldură și dintr-o parte de beton, ce servește la susținerea agregatelor auxiliare ale cazanului montate pe cota +92m.

Scheletul metalic de susținere este alcătuit din patru stâlpi în cruce legați între ei la cota +45 m prin grinzi orizontale. Deasupra cotei +45 m stâlpii sunt legați între ei pe pereții din față și spate de alte grinzi, de care sunt atârdate toate suprafețele de schimb de căldură ale cazanului [1.1].

Scheletul din beton este alcătuit din șase coloane tubulare cilindrice de diametru mare situate pe partea din față și spate a cazanului, care, între cotele +45 m și +12 m servesc și ca buncări de cărbune și din patru coloane tubulare cilindrice de diametru mai mic, situate două în stânga și două în dreapta cazanului. Aceste coloane susțin planșul de beton de la cota +92 m, pe care sunt montate preîncălzitoarele de aer, ventilatoarele de aer și gaze de ardere și electrofiltrele cazanului [1.1]

Pentru a evita înzidirea exterioară a cazanului și pentru a permite înlocuirea acesteia cu o izolație ușoară, pereții focarului și ai tirajului convectiv sunt de tipul membrană. Cazanul nu are o secțiune transversală constantă de jos până sus ci prezintă o micșorare a secțiunii pe pereții din față și spate și la trecerea de la focar la zona convectivă. Cazanul este orientat cu frontul spre coșul de fum și funcționează cu următoarele tipuri de combustibil [1.3] :

- lignit, cu putere calorifică inferioară valoare de proiect 5854,1-7526,7 kJ/kg;
- păcură, cu putere calorifică inferioară valoare de proiect 39.724,25 kJ/kg , folosită drept combustibil de pornire și stabilizare a flăcării (în cazul în care cazanul funcționează în mixaj lignit-păcură) sau drept combustibil de bază (în cazul în care cazanul funcționează numai pe păcură);
- gaze naturale (combustibil suport).

La cota +0 m sunt amplasate morile de cărbune și instalația de evacuare a zgurii, iar la cota +12 m instalația de alimentare cu cărbune.

Pentru producerea aburului cu parametrii 287,5 kg/s, 540⁰C, 198,6 bar, trebuie realizată o funcționare interdependentă a circuitelor de apă, apă-abur, combustibil, aer necesar arderii, gaze de ardere și evacuare a zgurii și a cenușii.

Schema de principiu a cazanului este prezentată în figura 1.1 iar schema termică de principiu a grupului de 330 MW este prezentată în figura 1.2 [1.3].

a) circuitul apă-abur

Suprafețele de schimb de căldură ale cazanului-parte de înaltă presiune sunt înseriate, circulația apei realizându-se cu ajutorul pompelor de alimentare (PA). Apa de alimentare este tratată chimic, pentru a atinge parametrii necesari funcționării cazanului.

În economizor (1), amplasat între cotele +79,6 m și +66,3 m în partea superioară a zonei convective înainte de ieșirea gazelor arse spre preîncălzitoarele de aer, are loc încălzirea apei de alimentare până aproape de temperatura de saturație. După străbaterea economizorului în contracurent cu gazele de ardere, apa de alimentare este condusă la partea inferioară a pâlniei vaporizatorului [1.1].

Vaporizatorul (2), amplasat între cotele +2,6 m și +43,9 m, formează pereții membrană care îmbracă sub formă de spirală cu 11 grade înclinate în sens orar, pâlnia și camera de ardere. În vaporizator temperatura apei crește până la temperatura de saturație când are loc vaporizarea. În colectoarele de ieșire ale vaporizatorului apa ajunge sub

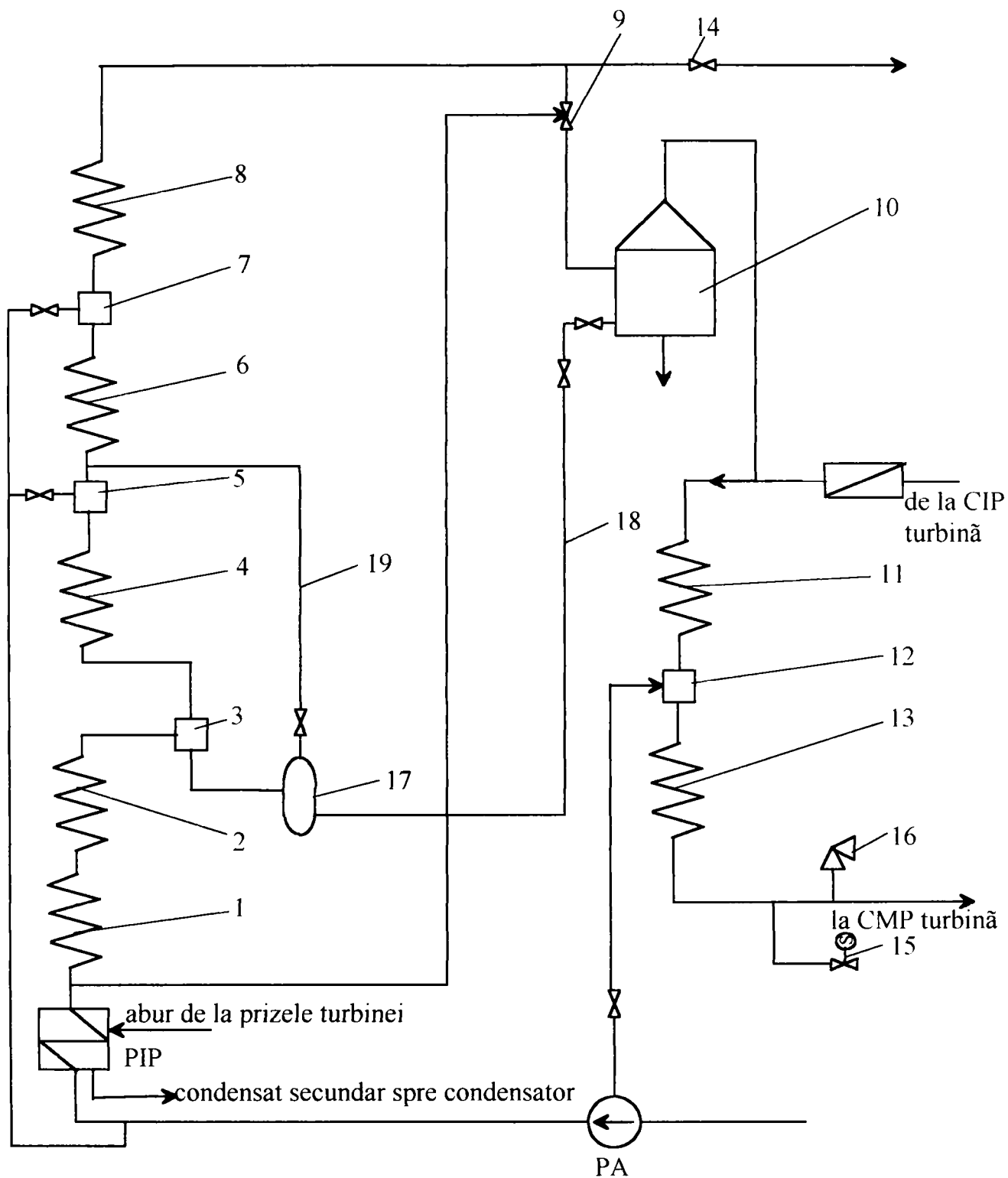


Figura 1.1. Schema de principiu a cazanului de 1035 t/h

1-economizor; 2-vaporizator; 3-separator de picături; 4-supraîncălzitor î.p. nr.1; 5-injecția 1; 6-supraîncălzitor î.p. nr.2; 7-injecția 2; 8-supraîncălzitor î.p. nr.3; 9-by-pass de î.p. ; 10-expandor de pornire ; 11- supraîncălzitor intermediar nr.1 ; 12 - injecția nr.3 ; 13 - supraîncălzitor intermediar nr.2 ; 14 - vane de linie ; 15 - ventile eşapare intermediar; 16 - supape de siguranță m.p; 17 - recipient de pornire; 18 - conductă pornire din stare caldă; 19 - conductă de aerisire a recipientului de pornire.

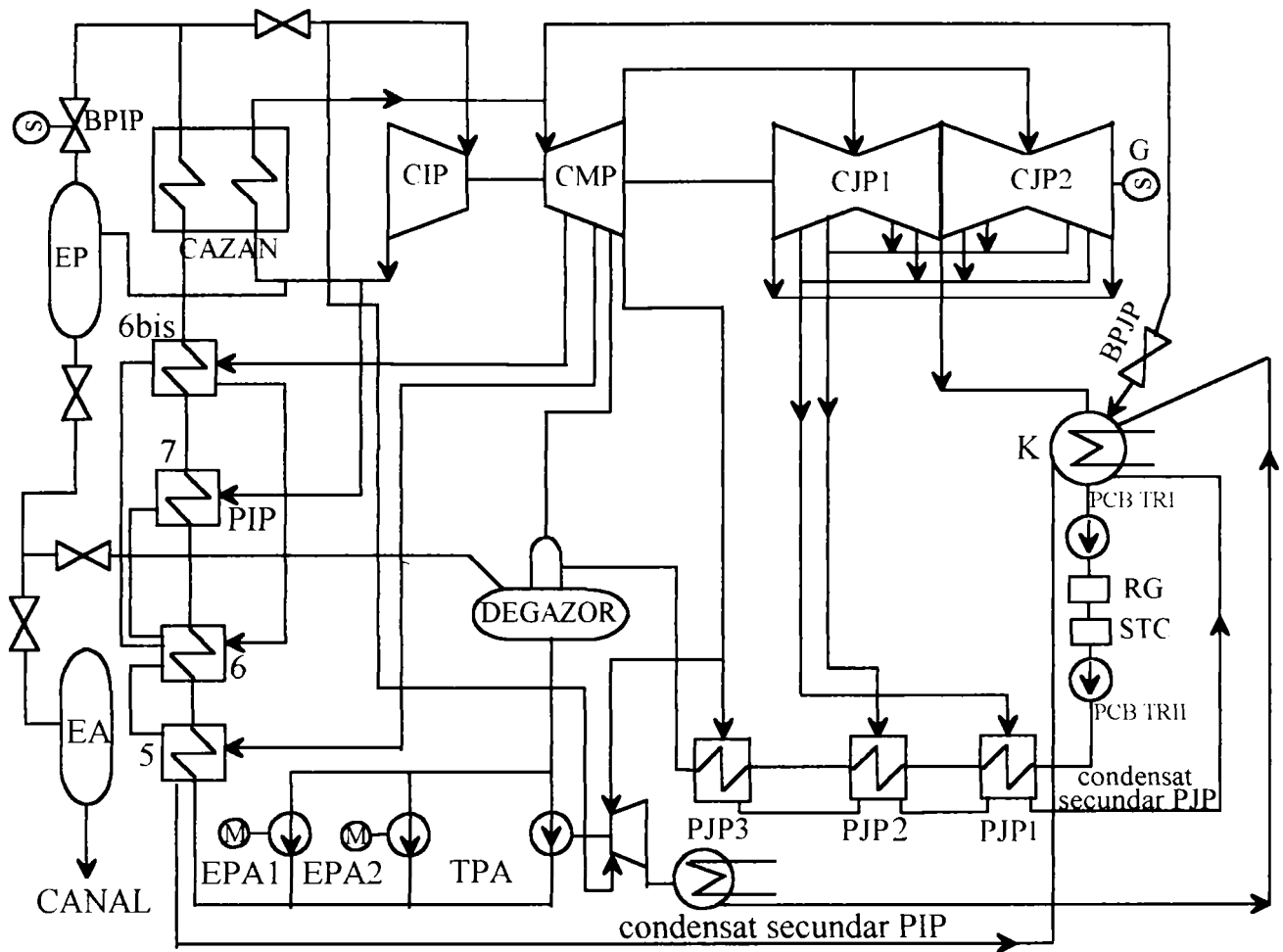


Figura 1.2. Schema termică de principiu a grupului de 330 MW

CIP- CORP DE ÎNALTĂ PRESIUNE
 CMP- CORP DE MEDIE PRESIUNE
 CJP- CORP DE JOASĂ PRESIUNE
 BPIP- BY-PASS DE ÎNALTĂ PRESIUNE
 BPJP- BY-PASS DE JOASĂ PRESIUNE
 RG- RĂCITOARE GENERATOR
 STC- STAȚIE DE TRATARE A CONDENSATULUI
 PIP- PREÎNCĂLZITOR DE ÎNALTĂ PRESIUNE
 PJP- PREÎNCĂLZITOR DE JOASĂ PRESIUNE
 EPA- ELECTROPOMPĂ DE ALIMENTARE
 TPA- TURBOPOMPĂ DE ALIMENTARE
 EP- EXPANDOR DE PORNIRE
 EA- EXPANDOR ATMOSFERIC
 M- MOTOR
 G- GENERATOR
 PCB- POMPĂ DE CONDENSAT BAZĂ
 K - CONDENSATORUL TURBINEI

formă de emulsie apă-abur. Aburul umed este condus apoi în țevile supraîncălzitorului 1 de perete (4) prin cele două separatoare de picături (3).

Supraîncălzitorul 1 de perete, amplasat între cotele +44,5 m și +84,3 m, formează pereții membrană ai canalului convectiv. De la colectoarele de ieșire ale supraîncălzitorului 1 de perete, aburul este condus prin răcitoarele cu injecție treapta a 1-a (5) spre colectoarele de intrare ale supraîncălzitorului de înaltă presiune nr.2 [1.1].

Supraîncălzitorul de înaltă presiune nr.2 (6) este situat în zona convectivă între supraîncălzitorul intermediar nr.1 și supraîncălzitorul intermediar nr.2, între cotele +54,3 m și 60 m. Aburul străbate serpentinele acestuia în contracurent cu gazele de ardere și ajunge în colectoarele de ieșire, de unde este condus prin răcitoarele cu injecție treapta a 2-a (7) spre colectoarele de intrare în supraîncălzitorul de înaltă presiune nr.3 [1.1].

Supraîncălzitorul de înaltă presiune nr.3 este situat în zona convectivă la ieșirea gazelor de ardere din focar, între cotele +45,4 m și 49,7 m. Aburul care străbate în echicurent cu gazele de ardere serpentinele acestuia, atinge la ieșirea din supraîncălzitor temperatura nominală de 540°C, fiind trimis la corpul de înaltă presiune al turbinei prin conductele de abur viu [1.1].

După destindere în corpul de înaltă presiune al turbinei (CIP) aburul se reîntoarce la cazan pentru supraîncălzire intermediară. Supraîncălzirea intermediară se realizează în două supraîncălzitoare intermediare înseriate. Între supraîncălzitoarele intermediare Si1 și Si2 se face injecție cu apă de alimentare(12) pentru reglarea temperaturii (injecția nr 3) [1.1].

Supraîncălzitorul intermediar nr.1 (11) este situat în zona convectivă între economizor și supraîncălzitorul de înaltă presiune nr.2, între cotele +60,8 m și 68,3m. Aburul străbate în contracurent cu gazele de ardere serpentinele supraîncălzitorului și este condus la răcitoarele cu injecție nr.3 (12), de unde este trimis în colectoarele de intrare ale supraîncălzitorului intermediar nr.2.

Supraîncălzitorul intermediar nr.2 este situat în zona convectivă între supraîncălzitorul de înaltă presiune nr.2 și supraîncălzitorul de înaltă presiune nr.3, între cotele +51,7 m și +55,7 m. Aburul străbate serpentinele supraîncălzitorului în echicurent cu gazele de ardere după care este condus spre corpul de medie presiune al turbinei [1.1].

Pe conductele de abur supraîncălzit intermediar cald la ieșirea din cazan, se află supapele de siguranță la suprapresiune (16), în număr de două, reglate la valoarea de 64,7 bar. Expandorul de pornire (10) servește la expandarea apei la ieșirea din circuitul de înaltă presiune, la pornirea cazanului. În recipientul de pornire (17) se menține nivelul constant la pornirea cazanului din stare caldă, prin realizarea circulației apei prin conducta de legătură (18) între recipientul de pornire și expandorul de pornire. La pornirea din stare rece, separatorii, recipientul de pornire și întreg circuitul de înaltă presiune este la început plin cu apă până la vanele de linie (14). După depășirea temperaturii de saturație, nivelul de apă se stabilește între ieșirea din vaporizator și intrarea în supraîncălzitorul 1 de perete [1.1].

Cele două stații de by-pass de înaltă presiune (9) reglează presiunea în partea de înaltă presiune a cazanului la pornire, menținând-o la valoarea de 147 bar și deschid automat în timpul funcționării în sarcină, la depășirea presiunii impuse. Aceste stații îndeplinesc și funcția de supape de siguranță pentru partea de înaltă presiune.

După ce s-a destins în corpul de medie presiune (CMP) și cele două corpuri de joasă presiune ale turbinei (CJP1 și CJP2) producând lucru mecanic ce a antrenat rotoarele turbinei cuplate cu generatorul electric, aburul ajunge în condensatorul turbinei unde este condensat cu ajutorul apei de răcire care circulă prin țevile condensatorului. Condensatul principal rezultat în condensatorul turbinei, este trimis cu electropompele de condensat de bază treapta a 1-a prin răcitorii de hidrogen ai generatorului electric (RG) în stația de tratare a condensatului (STC), de unde, cu ajutorul electropompelor de condensat de bază treapta a 2-a ajunge în circuitul de preîncălzire regenerativă al turbinei [1.3].

Apa este preîncălzită în circuitul regenerativ al turbinei (trei preîncălzitoare de joasă presiune PJP, degazor, cinci preîncălzitoare de înaltă presiune PIP) și este introdusă în cazan cu ajutorul turbopompei de alimentare TPA (debit 100%) la funcționarea în regim de bază, respectiv cu două electropompe de alimentare EPA (debit 50%) în regim de pornire a grupului sau în caz de avariere a turbopompei de alimentare.

b) circuitul combustibilului

Combustibilul de bază este lignitul, care ajunge în centrală cu ajutorul benzilor transportoare de la carierele Roșia-Jiu, Tismana, Gârla, Rovinari și Poiana. Prin modul de organizare și de funcționare al centralei, gospodăria de combustibil se ocupă cu manipularea, transportul, depozitarea și prepararea cărbunelui, de la intrarea acestuia în centrală și până la buncărele cazanelor. În funcție de necesități, cărbunele este transportat cu ajutorul benzilor transportoare spre depozitele de cărbune, stațiile de concasare, depozitele de cărbune concasat și spre buncărele cazanelor [1.3].

Din partea de nord a centralei, cărbunele vine de la carierele Tismana 1, Tismana 2 și Poiana, printr-un sistem de benzi transportoare ce alimentează stațiile de concasare nr.1 și nr.2. Pe banda transportoare ce alimentează stația de concasare nr.2, se află montată o mașină combinată, care poate depune sau prelua cărbune în sau din stivele de cărbune depozitat.

Din partea de sud a centralei, cărbunele este preluat de mașinile combinate și trimis fie în depozit, fie printr-un sistem de benzi transportoare în stațiile de concasare nr.1 sau nr.3. Din depozitul de concasat, prin intermediul a trei mașini de scos, cărbunele este trimis spre buncărele cazanelor. Atât pe benzile ce transportă cărbunele spre depozit, cât și pe benzile transportoare spre sala cazanelor, sunt instalate cântare de bandă. Pentru a fi ars, cărbunele se introduce în cazan sub formă de praf [1.3].

Păcura, care constituie combustibilul suport, este transportată la C.T.E. Rovinari cu ajutorul cisternelor pe calea ferată. Cisternele sunt încălzite pe rampa de descărcare, prevăzută cu 28 de guri de încălzire-descărcare. Din cisterne, păcura fluidizată este preluată într-un colector de pompele de transvazare, după care este filtrată și stocată în două rezervoare, unul cu capacitatea de 5000 m³ și celălalt cu capacitatea de 10000 m³.

Din rezervoare, păcura este preluată de pompele treapta a 1-a prin intermediul magistralei de păcură, este trecută prin preîncălzitoare și apoi este preluată de pompele treapta a 2-a și refulată în inelul de păcură de la fiecare cazan. Arzătoarele de păcură sunt grupate pe grupe suprapuse de arzătoare, pe fiecare grupă existând posibilitatea măsurării debitului de păcură.

Centrala este alimentată cu gaze naturale prin intermediul unei conducte de la stația de transport și distribuție din comuna Vârț. Gazele ajung în stația de reducere

măsurare din vecinătatea centralei, de unde prin intermediul a trei regulatoare ajung în colectorul care comunică cu inelul general de alimentare cu gaze a cazanelor. Fiecare cazan are o instalație automatizată de alimentare cu gaze, care la declanșarea cazanului închide automat gazul, stingând arzătoarele.

La cazanele de 287,5 kg/s există patru arzătoare mari cu debitul de $1,03 \text{ m}^3_{\text{N}}/\text{s}$ și șase arzătoare mici cu debitul de $0,47 \text{ m}^3_{\text{N}}/\text{s}$ [1.1].

c) circuitul aerului necesar arderii

Acrul necesar arderii combustibilului în focarul cazanului, este asigurat de două ventilatoare de aer axiale care aspiră aerul din atmosferă, montate pe platforma de la cota +92 m. Debitul de aer vehiculat de un ventilator este de $233,33 \text{ m}^3_{\text{N}}/\text{s}$ [1.1].

Înainte de a intra în cazan, aerul este preîncălzit cu ajutorul gazelor de ardere în două preîncălzitoare de aer rotative tip Ljungstrom. Pentru evitarea formării punctului de rouă acid la intrarea aerului rece în preîncălzitoarele de aer, aerul este preîncălzit fie cu ajutorul a două preîncălzitoare de aer cu abur care se mai numesc și calorifere, fie prin recirculație de aer cald după preîncălzitoarele de aer rotative în aspirația ventilatoarelor de aer. Debiturile de aer și gaze de ardere în preîncălzitorul de aer sunt [1.3]:

- | | | |
|---|--------|------------------------------------|
| - debit gaze de ardere la intrarea în preîncălzitor | 217,36 | $\text{m}^3_{\text{N}}/\text{s}$; |
| - debit aer la intrarea în preîncălzitor | 151,58 | $\text{m}^3_{\text{N}}/\text{s}$; |
| - debit aer recirculat | 9,36 | $\text{m}^3_{\text{N}}/\text{s}$. |

După preîncălzitoarele de aer rotative, circuitele de aer se ramifică spre mori (aer primar), spre arzătoarele de carbune (aer secundar) și spre pâlnia rece a focarului (aer terțiar).

d) circuitul gazelor de ardere

Gazele de ardere sunt aspirate din focar de două ventilatoare de gaze axiale amplasate pe platforma de la cota +92 m, care evacuează gazele la coșul de fum. Debitul de gaze de ardere evacuat de un ventilator este de $315,27 \text{ m}^3_{\text{N}}/\text{s}$ [1.1]. În drum spre coșul de fum gazele de ardere parcurg preîncălzitoarele de aer și apoi electrofiltrele, în care se reține cenușa din gazele de ardere.

Ventilatoarele de gaze recirculate, aspiră gazele din canalele de refulare ale ventilatoarelor de gaze de ardere spre coș și le refulează prin canalele de aer spre mori și spre arzătoarele de carbune.

e) circuitul de evacuare a zgurii și a cenușii

Instalația de evacuare a zgurii și cenușii este dimensionată pentru următoarele date (la sarcina maximă a cazanului) [1.1]:

- | | | |
|---|----------------|-------------------------|
| - cenușă evacuată de la electrofiltre | 28,05 kg/s ; | 150°C ; |
| - cenușă evacuată din pâlnia coșului de fum | 0,55 kg/s ; | 150°C ; |
| - cenușă evacuată din pâlnia coșului de fum
la decuplarea electrofiltrelor | 11,11 kg/s ; | 150°C ; |
| - cenușă evacuată din pâlniile de sub PAR | 2,22 kg/s ; | 310°C ; |
| - cantitatea de zgură evacuată din focarul cazanului | 4,44-8,33kg/s; | 20°C . |

Lignitul de Rovinari conține 24-32% cenușă la masa inițială. Din această cantitate de cenușă aproximativ 15% se separă în focarul cazanului sub formă de zgură și cenușă care cade în pâlnia focarului, de unde este evacuată în stare solidă cu ajutorul unui transportor cu racleți (Kratzer). Kratzerul evacuează zgura și cenușa pe o sită cu dimensiunile ochiurilor de 30 mm, unde particulele fine sunt separate de particulele

grosiere de zgură. Particulele grosiere sunt trimise spre un concasor, după care, cu ajutorul unor ejectori cu apă, zgura este evacuată spre stația de pompe șlam (Bagger).

Instalația de evacuare a zgurii are rolul de a răci zgura care cade fierbinte din pâlnia focarului, într-o baie de apă și de a o evacua. Această instalație, asigură prin priza de imersie în baia de apă și etanșarea focarului la partea inferioară. Nivelul apei în baie este menținut cu ajutorul unui preaplin [1.3].

Baia de apă a evacuatorului de zgură este alimentată cu apă de spălare în permanență, astfel încât temperatura din Kratzer să nu depășească 60°C. Căzând în baia de apă, zgura se transformă în starea de agregare solidă, căldura sa fiind absorbită de apa de răcire. Procesul de răcire se desfășoară de regulă atât de rapid, încât bulgării mari de zgură se transformă în particule mici, friabile. Particulele de zgură sunt transportate din baia de apă cu ajutorul raclețelor, prinși pe un lanț calibrat.

Cenușa zburătoare care pleacă din focar odată cu gazele de ardere, este reținută parțial și colectată în pâlniile de sub preîncălzitoarele de aer, pâlniile electrofiltrelor și pâlnia coșului de fum, de unde este evacuată prin cădere liberă, prin țevi cu diametru mare (400 mm sau 600 mm) montate cu înclinare mare [1.3].

Din pâlniile de sub preîncălzitoarele de aer cenușa este condusă prin cădere liberă prin țevi până la cota +0 m, unde este amestecată cu apa de spălare într-un bazin și apoi evacuată spre stația de pompe șlam.

Cenușa din pâlniile electrofiltrelor este evacuată cu ajutorul unor clapete cu contragreutate și apoi condusă prin țevile cu înclinare mare până la buncărul de cenușă uscată. Cenușa din pâlnia de sub coșul de fum se evacuează tot gravitațional prin țevile cu înclinare mare până în buncărul de cenușă uscată.

Din buncărul de cenușă uscată, cenușa poate fi evacuată hidraulic spre stația de pompe șlam și de aici spre depozitele de zgură și cenușă ale centralei sau, în stare uscată cu ajutorul vagoanelor speciale CFR, pentru utilizare în producerea unor elemente de construcții.

Zgura și cenușa de la cazane se evacuează hidraulic în două depozite situate la o distanță de aproximativ 4 km de centrală [1.4]:

- Cicani extindere, cu o suprafață de 53 ha ;
- Beterega, cu o suprafață de 68 ha.

f) fluxul de energie electrică spre sistemul electroenergetic

Turbina antrenează generatorul electric la o turație de 3000 rot/min, care produce energie electrică la bornele lui. Cu ajutorul transformatoarelor de tensiune, această energie este ridicată la 110 kV și este distribuită în Sistemul Energetic Național prin intermediul stației de 110 kV [1.3].

1.2.2. PRODUCEREA ENERGIEI TERMICE

Cu toate că este o centrală termoelectrică, centrala Rovinari are instalată o capacitate de livrare a energiei termice de 105 Gcal/h apă caldă, pe care o livrează consumatorilor din orașul Rovinari și unităților subordonate Companiei Naționale a Lignitului Tg - Jiu.

Producerea energiei termice se realizează prin intermediul boilerelor de termoficare (câte 2 pe fiecare bloc), utilizând fie abur din priza 3 a turbinelor când

acestea sunt în funcțiune, fie din colectorul de abur intermediar când turbinele staționează.

Apa este preparată în stația special amenajată în centrala termică de pornire și provine din apa folosită la prepararea apei demineralizate [1.3].

1.3. ORGANIZAREA GENERALĂ A CENTRALEI

C.T.E. Rovinari are în componența sa [1.3] :

- blocul agregatelor principale, compus din sala mașinilor, sala cazanelor și corpul buncărilor ;
- zona exterioară cazanelor, unde sunt amplasate pentru blocurile de 200 Mw ventilatoarele de aer și ventilatoarele de gaze de ardere, preîncălzitoarele de aer rotative, instalațiile de desprăfuire, iar pentru toate blocurile energetice instalațiile de evacuare a zgurii și a cenușii ;
- gospodăria de combustibil ;
- stațiile electrice de 110 kV , 220 kV și 400 kV ;
- instalații diverse : instalația de tratare a apei, circuitele de apă de răcire, apă potabilă și apă de incendiu, turnuri de răcire, gospodăria de hidrogen și bioxid de carbon necesară generatoarelor electrice, stațiile de compresoare pentru aerul tehnic ;
- ateliere de întreținere și reparații ;
- dotări sociale ;
- bloc administrativ

1.4. INSTALAȚIILE DE TRATARE CHIMICĂ A APEI

Instalațiile de tratare chimică a apei asigură necesarul de:

- apă demineralizată de adaos, pentru completarea pierderilor și a consumurilor în circuitele apă-abur ale grupurilor energetice;
- apă dedurizată de adaos în circuitele de termoficare, mori, ventilatoare.

Pentru a realiza acest necesar de apă, apa provenită din râul Jiu trece prin 3 preîncălzitoare, 6 filtre minerale, 8 baterii de filtre cationice, 6 baterii de filtre anionice și 6 filtre de finisare [1.3].

BIBLIOGRAFIE

- 1.1. ICEMENERG BUCUREȘTI: *Cartea tehnică de exploatare a cazanului de 1035 t/h*, București, 1998.
- 1.2. ICEMENERG BUCUREȘTI: *Cartea tehnică de exploatare a turbinei FIC 330*, București, 1998.
- 1.3. Racoceanu, C.: *Parametrii tehnico - funcționali ai C.T.E. Rovinari* . Referat nr.1 teza de doctorat, Universitatea Politehnica Timișoara, 1996.
- 1.4. Racoceanu, C.: *Studiul de audit pentru C.T.E. Rovinari* .Referat nr.2 teza de doctorat, Universitatea Politehnica Timișoara, 1997.
- 1.5. Schröder, K.: *Centrale termice de mare putere*, Editura Tehnică, București, 1971.
- 1.6. Moțoiu, C.: *Centrale termice și hidroelectrice*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1974.

CAPITOLUL 2

PREZENTAREA SISTEMULUI DE PREPARARE A PRAFULUI DE CĂRBUNE

La ora actuală, în C.T.E. Rovinari funcționează doar grupurile energetice de 330 MW. În cazanul de 287,5 kg/s cărbunele este ars sub formă de praf [2.5].

Prepararea prafului de cărbune se face cu ajutorul a șase mori ventilator cu ciocane, tip DGS 100. Schema instalației de preparare și ardere a prafului de cărbune aferentă unei mori [2.5], este prezentată în figura 2.1.

Alimentarea cu cărbune a fiecărei mori se face cu ajutorul unor alimentatoare cu bandă (2). Alimentatoarele sunt așezate sub buncării de cărbune (3) și se pot izola față de aceștia cu ajutorul unor șibăre (4). Varierea debitului de cărbune la moară se face prin varierea vitezei alimentatorului cu ajutorul unui variator cu lanț (5). Alimentatorul se poate izola de cazan pentru efectuarea unor lucrări de reparații, cu ajutorul șibărului manual (6).

Uscarea cărbunelui se face cu ajutorul gazelor arse din focar, care împreună cu aerul cald primar (8), introdus pentru reglarea temperaturii după separator, constituie și mijlocul de transport al cărbunelui. Pe canalul de aer primar, este montat un șibăr reglabil acționat manual sau automat. În cazul depășirii temperaturii de 180°C după separator, când șibărul de aer cald primar este deschis complet, în moară se introduce aer atmosferic rece cu ajutorul șibărului (9), acționat manual sau automat.

Pe aspirația morii există șibărul manual (10), cu ajutorul căruia moara se poate izola, în cazul efectuării unor lucrări de reparații. După moară există separatorul (17), cu ajutorul căruia se face sortarea prafului de cărbune. La ieșirea din separator, există un șibăr cu ajutorul căruia se poate regla cantitatea de praf recirculată. Conducta de praf de cărbune (11) se ramifică imediat după separator în șase ramificații.

Arderea prafului de cărbune se face în șase arzătoare de cărbune cu fante. Fiecare moară alimentează două arzătoare așezate unul deasupra celuilalt (18a, 18b).

Pe alimentarea principală cu aer a arzătorului, există un tub Pitot (15) pentru măsurarea debitului și un clapet acționat mecanic (16), pentru reglarea debitului de aer secundar. Pe fiecare ramificație spre arzător, există un șibăr manual pentru repartizarea debitelor de aer.

Cele 6 mori de cărbune ale cazanului și arzătoarele de cărbune praf aferente, sunt așezate în așa fel în jurul cazanului, încât axele lor sunt tangente la un cerc imaginar situat în centrul focarului, având diametrul de 1500 mm (focar turbionar). Disponibilitatea morilor de cărbune și numerotarea lor [2.5] este prezentată schematic în figura 2.2.

2.1 ALIMENTATORUL DE CĂRBUNE TIP ERKO

Alimentatoarele de cărbune au rolul de a extrage cărbunele din buncăre și de a-l transporta spre moară. Pentru a realiza introducerea unei cantități constante de căldură în cazan (cu cărbunele) este necesar ca transportul cărbunelui să se facă continuu, iar

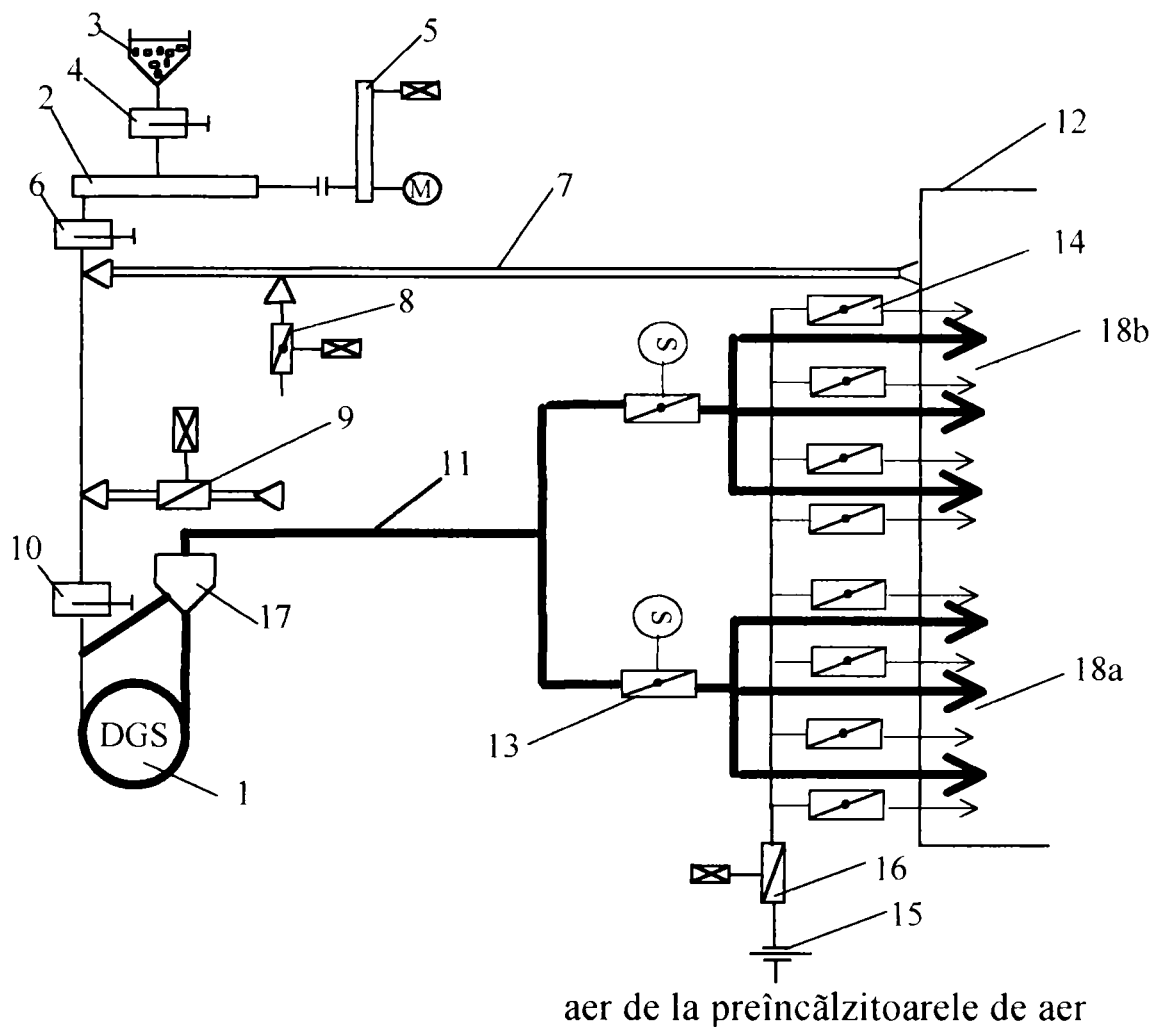


Figura 2.1. Schema instalației de preparare și ardere a prafului de cărbune

1 - moară ventilator; 2 - alimentator cărbune cu bandă; 3 - buncăr cărbune; 4 - șibăr izolare buncăr; 5 - variator de turație; 6 - șibăr izolare față de moară; 7 - priză (puț) aspirație gaze arse din focar; 8 - priză cu aer cald primar; 9 - șibăr aer rece; 10 - șibăr izolare moară; 11 - canal praf cărbune+agent transportor; 12 - focarul cazanului; 13 - clapetă de izolare; 14 - clapete reglare aer secundar; 15 - dispozitiv măsură debit aer; 16 - clapetă reglare debit aer; 17 - separator praf cărbune; 18 a; 18 b - arzătoare praf cărbune;.

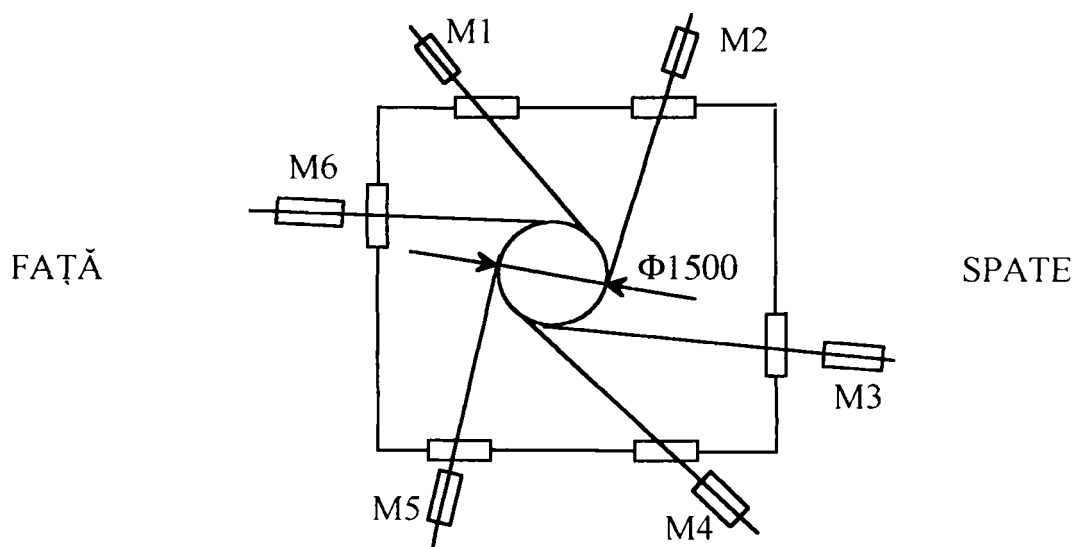


Figura 2.2 Dispunerea morilor în jurul cazanului și numerotarea lor

variația debitului de cărbune să fie cât mai redusă. La cazanul de 287,5 kg/s se utilizează alimentatorul de cărbune cu plăci tip ERKO.

Situat în sala cazanelor la cota +12 m, alimentatorul de cărbune tip ERKO are următoarele caracteristici tehnice [2.3]:

- capacitatea reglabilă 29,16-8,33 kg/s;
- greutatea volumetrică a materialului de transport 750-950 kg/m³;
- înălțimea stratului 300-800 mm;
- înălțimea reglată a stratului 525 mm;
- lungimea arcului tensionat al dispozitivului de curățire 160 mm.

Alimentatorul se compune dintr-o cutie de alimentare, o bandă transportoare sub formă de jgheab și un dispozitiv de curățire cu lanț, care colectează cărbunele căzut pe fundul cutiei alimentatorului și-l transportă spre cutia de evacuare a alimentatorului. Plăcile alimentatorului sunt oscilante, prinse în două lanțuri laterale articulate. Pe ramura superioară, care este ramura activă de extracție și transport a cărbunelui din buncăr, plăcile se suprapun una peste alta formând o placă continuă, care, trecând pe sub gura de evacuare a buncărului preia un strat de cărbune cu o înălțime ce se poate regla.

Înălțimea stratului de cărbune se reglează cu ajutorul unui regulator de strat și se citește pe un cadran. Un ax cu palete montat la capătul de acționare al alimentatorului, afânează stratul de cărbune și transmite cărbunele în cantități uniforme, în canalul de scurgere. Corpurile mari străine, determină oprirea distribuitorului și ulterior a morii de cărbune. Arborele cu palete, este acționat prin intermediul transmisiei cu lanț, de un reductor cu turație constantă, antrenat de un electromotor.

Cărbunele care se lipește de bandă, este desprins cu ajutorul unui raclor. Gresarea alimentatorului de cărbune, se face cu o instalație de ungere acționată cu ulei, ce servește la curățirea și ungerea rolor alergătoare și a lanțului benzii transportoare cu plăci articulate, în timpul exploatării.

În componența alimentatorului mai intră roata de acționare a dispozitivului de întindere și roata de întindere a dispozitivului de curățire.

2.2. MOARA DGS - 100

Morile de cărbune usucă și macină combustibilul fără nici o altă pregătire, dintr-o singură operație, după ce acesta a fost concasat la gospodăria de combustibil la o granulație de 0-30mm cu o supragranulație de până la 40 mm în proporție de maxim 15%. Moara ventilator cu ciocane DGS 100 este alcătuită dintr-o carcasă de alimentare, carcasa morii propriu-zisă, carcasa ventilatorului, separatorul morii, conductele de legătură spre arzătoare, un arbore prevăzut cu posibilități de prindere a cinci rânduri de ciocane, ventilatorul și acționarea morii. Caracteristicile tehnice ale morii sunt [2.4]:

- capacitatea morii: 27,77 kg/s;
- turația nominală a morii: 466 rot/min;
- diferența de presiune de realizat: 65 mCA;
- puterea motorului electric: 1150 kW;
- tensiunea motorului electric: 6 kV;
- turația motorului electric: 1488 rot/min;
- raportul total de transmitere: 1 : 3,08.

Datele asupra procesului de uscare a cărbunelui în moară, la sacina 100% și cărbune cu puterea calorifică 6690,4 kJ/kg, sunt [2.4]:

- procent de apă inițial: 43 %;
- temperatura nominală în separator: 120 °C;
- procent de apă final: 14 %;
- debit de gaze arse: 21,4 m³_N/s;
- temperatură gaze arse: 1010 °C;
- temperatură aer preîncălzit: 287 °C;
- debit de aer preîncălzit: 7,22 m³_N/s;
- temperatură aer fals: 10 °C;
- debit de aer fals: 3,6 m³_N/s;
- debit de vapori de apă la ieșirea din separator: 43,53 m³_N/s;
- praf de cărbune brut: 450 g/m³;
- praf de cărbune separat: 285 g/m³.

Alimentarea morii cu gaze de ardere și combustibil se face axial. În carcasa de alimentare a morii, care este o construcție sudată executată din pereți dubli și blindaje din material rezistent la temperaturi ridicate, are loc procesul de uscare preliminară a cărbunelui. În carcasa propriu-zisă a morii în interiorul căreia se rotesc ciocanele morii, continuă procesul de uscare a cărbunelui concomitent cu sfărâmarea. Rândurile de ciocane care preiau primul contact cu combustibilul au de asemenea rolul de a diminua uzura paletelor rotorului ventilator. Între carcasa de alimentare și carcasa propriu-zisă a morii se află un canal pentru colectarea materialelor feroase dotat cu ușă de vizitare, care permite extracția materialelor feroase pătrunse în moară odată cu cărbunele.

Amestecul de particule grosiere și gaze de ardere este aspirat de rotorul ventilator cu palete, care desăvârșește măcinarea, ridicând concomitent presiunea la valoarea necesară transportului prafului de cărbune în focar. După măcinarea cărbunelui, amestecul de gaze de ardere și praf de cărbune este insuflat prin separatorul morii spre focar. În separatorul morii care este de tip inerțial, praful de cărbune refulat din moară antrenat de curentul de gaze este obligat la două schimbări de direcție. A doua schimbare nu mai este ghidată și astfel particulele mari părăsesc curentul de gaze și cad spre aspirația morii, în timp ce particulele fine sunt antrenate de curentul de gaze spre arzătoarele de praf de cărbune.

BIBLIOGRAFIE

2.1. Ungureanu, C.: *Generatoare de abur pentru instalații energetice clasice și nucleare*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1977.

2.2. Ungureanu, C., Pănoiu, N., Zubcu, V., Ionel, Ioana: *Combustibili și instalații de ardere*, Editura Politehnica, Timișoara, 1998.

2.3. ICEMENERG BUCUREȘTI: *Cartea tehnică de exploatare a cazanului de 1035 t/h*, București, 1998.

2.4. ICEMENERG BUCUREȘTI: *Cartea tehnică a morii DGS 100*, București, 1990.

2.5. Racoceanu, C.: *Parametrii tehnico - funcționali ai C.T.E. Rovinari*, Referat nr.1 teza de doctorat, Universitatea Politehnica Timișoara, 1996.

2.6. RENEL-GPEET: *Norme tehnice pentru centrale termoelectrice*, Buc., 1995.

STUDIUL SISTEMULUI DE ARDERE ȘI AL ARDERII PARTICULEI DE CĂRBUNE ÎN FOCAR

3.1. ARZĂTORUL DE CĂRBUNE PRAF CU FANTE

Arzătoarele de praf de cărbune servesc la dirijarea, introducerea în cazan a amestecului praf-aer și arderea acestuia. Arzătoarele de cărbune ale cazanului de 287,5 kg/s sunt de tipul cu fante [3.4] și sunt prezentate schematic în figura 3.1.

La acest tip de arzător amestecul praf de cărbune-aer primar-gaze de ardere numit și "amestec primar", este insuflat în focar prin fante separate de cele pentru aerul secundar. Amestecul dintre aerul secundar și ceea ce s-a numit "amestec primar" se face în focar, unde are loc aprinderea. În cazul lignitului proporția aer primar/aer secundar este 1/7,4. Fiecare moară are două arzătoare de praf de cărbune: un arzător superior și un arzător inferior. În arzătorul de praf inferior este înglobat și un arzător de susținere cu funcționare pe gaze sau păcură. Arzătorul de praf de cărbune este constituit din mai multe fante(4) orientate în jos cu 15° , prin care este insuflat amestecul primar refulat de

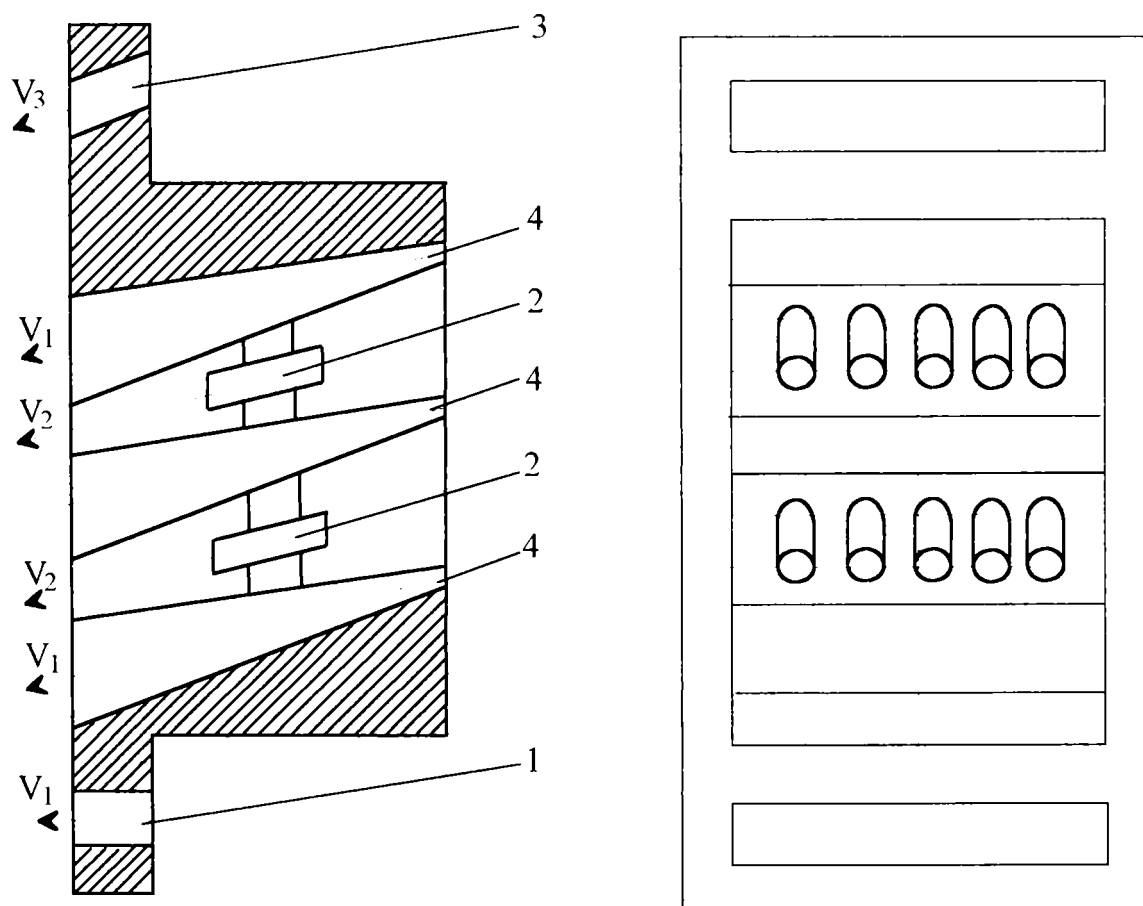


Figura nr. 3.1. Arzătorul de cărbune praf cu fante

1- fantă aer secundar inferior; 2 - baterie de țevi (nai) pentru insuflarea aerului secundar central ; 3 - fantă aer secundar superior; 4 - fantă pentru praf de cărbune+agent transportor.

moară și mai multe fante prin care se insuflă aerul secundar de ardere: aer inferior(1), aer central(2) și aer superior(3).

Arzătoarele de cărbune praf cu fante care echipează cazanele de 287,5 kg/s din C.T.E. Rovinari, au fost modificate după un proiect al ICEMENERG BUCUREȘTI în anul 1981. Modificările constau în [3.5]:

- secțiunea fantelor pentru insuflarea aerului secundar inferior și superior au fost reduse la jumătate prin blindarea corespunzătoare a fantelor, în vederea realizării creșterii vitezei de insuflare a aerului. La această soluție s-a renunțat, în prezent cazanele grupurilor nr.5 și nr.6 fiind echipate cu arzătoare având fantele pentru aerul secundar superior și inferior, conform proiectului inițial. În timpul exploatării cazanelor, s-a observat că debitul de aer secundar inferior este insuficient pentru susținerea amestecului carburant;

- secțiunea de ieșire spre focar a țevelor bateriilor de insuflare a aerului secundar central (nai), a fost micșorată, prin montarea în capătul țevelor a unor reducții, realizându-se astfel creșterea vitezei de insuflare a aerului.

Pentru ca amestecul dintre aerul secundar și "amestecul primar" să se facă cât mai bine și arderea să aibă loc cu un exces de aer cât mai mic, trebuie respectate vitezele de intrare în focar ale prafului de cărbune (amestec praf + aer primar) și ale aerului secundar [3.5]:

- Viteză amestec primar V_1 : 10 m/s;
- Viteză aer secundar central V_2 : 29 m/s;
- Viteză aer secundar superior V_3 : 40 m/s;
- Viteză aer secundar inferior V_4 : 24 m/s;
- Temperatură nominală amestec primar după separator: 120°C.

Aceste viteze se asigură pentru praful de cărbune, la sarcini ale morii de peste 19,44 kg/s, iar pentru aer, asigurând aerul necesar arderii și efectuând un reglaj inițial corect al șibărelor de pe fiecare canal de aer spre arzător [3.4].

La sacina maximă a cazanului, aerul de ardere se repartizează aproximativ astfel:

- aer primar 10 %;
- aer secundar superior 40 %;
- aer secundar central (pentru arzătoare) 13 %;
- aer secundar inferior 21 %;
- aer terțiar (pentru pâlnie) 5 %;
- aer fals (inclusiv cel pentru mori) 11 %.

Arzătoarele sunt montate fixe pe scheletul metalic al cazanului. În cursul procesului de încălzire sau de răcire a cazanului, între pereții cazanului și ramele arzătoarelor, există o deplasare relativă [3.4].

Etanșarea arzătorului față de pereții vaporizatorului, se face cu un dispozitiv de etanșare elastică cu șnur de azbest. Rolul etanșării elastice, este de a permite deplasarea în plan vertical (practic nelimitat) și orizontal(40 mm) a focarului și de a prelua deformațiile pereților focarului, care apar în timpul încălzirii acestora [3.4].

Exploatarea arzătoarelor de cărbune praf, este privită în contextul exploatării întregii instalații de preparare și ardere a prafului de cărbune. Punerea în funcțiune a instalației de preparare și ardere a prafului de cărbune, se face numai după încălzirea focarului și asigurarea unei temperaturi a gazelor de ardere la aspirația morilor,

suficientă pentru uscarea cărbunelui (400-500°C). În acest scop, pornirea cazanului se face pe păcură. Arderea prafului de cărbune trebuie astfel condusă, printr-o reglare corectă a aerului de ardere, încât aprinderea să aibă loc chiar în fața arzătorului, iar flacăra să fie stabilă [3.4].

3.2. INSTALAȚIA DE POSTARDERE

Grătarul de postardere este o instalație auxiliară a cazanului de 287,5 kg/s și are rolul de a asigura:

- prelungirea duratei de staționare în focar a particulelor căzute în pâlnia rece care conțin încă substanțe combustibile și continuarea arderii lor în strat, ceea ce conduce la creșterea randamentului cazanului;

- arderea unui praf de cărbune măcinat mai grosier, ceea ce oferă posibilitatea măririi debitului morilor și a sarcinii cazanului;

- realizarea unui " pat de foc" sub arzătoarele de cărbune ale cazanului, ceea ce contribuie la o mai bună stabilizare a arderii, urmată de micșorarea aportului caloric al hidrocarburilor folosite drept suport de flacăra.

Principalele caracteristici tehnice ale instalației de postardere sunt [3.4]:

- număr grătare: 2 buc.;
- suprafață grătare: $2 \times 21,76 = 43,5 \text{ m}^2$;
- viteza de deplasare bandă grătar: 12/24 m/h;
- aer de ardere la grătar:
 - temperatură: 250-300 °C;
 - presiune: 1470 Pa (150mmH₂O);
 - debit aproximativ: 124000 m³N/h;
- acționare:
 - număr acționări: 2 buc.;
 - tip: cu variație de turație în două trepte;
 - putere instalată: 2x6,8/4,5W.

Grătarul de postardere este format din două benzi de grătar de tip rulant dispuse la partea inferioară a pâlniei focarului în lungul acesteia, deversarea ambelor grătare făcându-se la mijloc în evacuatorul de zgură (Kratzer) [3.4].

Fiecare bandă de grătar are un ax de antrenare și un ax de întoarcere, între care se întinde pânza de grătar formată din opt lanțuri legate între ele prin bolțuri lungi, pe care sunt montate elementele de rulare. Între lanțuri sunt montate barele de grătar prin intermediul unor piese portbare. Barele de grătar basculează la punctele de inflexiune ale pânzei de grătar. Rularea grătarului la partea superioară se face pe șine montate pe cadrele portante ale grătarului

. Aerul de ardere este distribuit sub grătar prin zonele de aer care constituie și elementele portante (susțin șinele de rulare). Aerul de ardere este aer cald, prelevat după șibărele de aer total la mori prin câte două canale de aer pentru fiecare bandă de grătar. Instalația este prevăzută și cu două ventilatoare de aer rece, care insuflă aerul rece sub grătar pentru răcirea acestuia.

Etanșarea între grătar și cazan se face hidraulic, folosindu-se apa preluată din circuitul de apă de spălare. Instalația este prevăzută cu duze de aer pentru insuflarea de aer terțiar pentru răcirea plăcilor de sicromal de etanșare. Controlul arderii pe grătar se face prin doi vizori dispuși la părțile frontale ale fiecărui grătar [3.4].

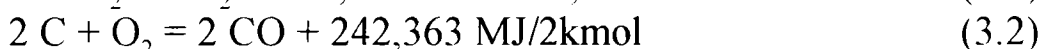
3.3. STUDIUL ARDERII PARTICULEI DE CĂRBUNE ÎN FOCAR

Organizarea procesului de ardere a lignitului în focar, cuprinde următoarele faze [3.3] :

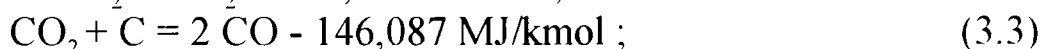
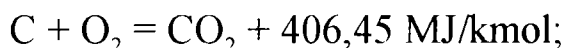
- 1) Pregătirea mecanică a combustibilului (sortare sau sfărâmare);
- 2) Alimentarea focarului cu combustibil și aer, precum și asigurarea circulației acestora ;
- 3) Realizarea unui contact intim între combustibil și oxidant (aer) ;
- 4) Pregătirea termică a combustibilului și aerului necesar arderii (preîncălzirea aerului și a combustibilului, uscarea combustibilului, degajarea substanțelor volatile) ;
- 5) Aprinderea gazelor rezultate în urma pregătirii termice a combustibilului ;
- 6) Arderea materiilor volatile și a cocsului ;
- 7) Asigurarea circulației gazelor rezultate din arderea combustibilului și eliminarea lor ;
- 8) Separarea și eliminarea părților solide necombustibile (cenușa și zgura).

Carbonul reprezintă elementul combustibil principal pentru lignit, procesul de ardere a carbonului fiind hotărâtor pentru procesul de ardere al lignitului. La arderea carbonului pot avea loc următoarele reacții [3.3]:

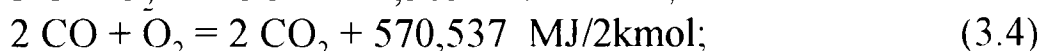
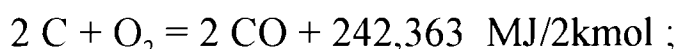
a) Formarea concomitentă de oxid și bioxid de carbon ca rezultat al reacției de suprafață între carbon și oxigen :



b) Formarea inițială numai de bioxid de carbon și oxigen și reducerea ulterioară parțială a bioxidului de carbon în oxid de carbon, datorită lipsei de oxigen :



c) Formarea inițială numai de oxid de carbon și oxidarea ulterioară a unei părți de oxid de carbon în bioxid de carbon :



Reacțiile (3.1) și (3.2) sunt considerate reacțiile primare, iar reacțiile (3.3) și (3.4) reacții secundare. Deși în ultimul timp mulți cercetători s-au ocupat de mecanismul arderii carbonului, nu s-a putut ajunge la un punct de vedere unitar. Se pare totuși că cea mai probabilă este formarea concomitentă a oxidului și bioxidului de carbon la suprafața carbonului. Aceste două produse sunt supuse însă reacțiilor secundare de completarea arderii oxidului de carbon în bioxid de carbon, pe seama oxigenului din mediul înconjurător și de reducere a bioxidului de carbon.

Bioxidul de carbon care se formează prin oxidarea superficială a carbonului, nu este un produs stabil în apropierea unei suprafețe incandescente de carbon. Cu cât temperatura acestei suprafețe este mai ridicată, cu atât mai repede bioxidul de carbon, de abia format, se transformă în oxid de carbon prin alipirea unui atom suplimentar de carbon. Oxidul de carbon care se formează în acest caz, precum și în procesul primar de oxidare, arde parțial sau total în apropierea suprafeței de carbon, dacă întâlnește oxigenul necesar, formând din nou bioxid de carbon. Această reacție exotermică contribuie la ridicarea temperaturii suprafeței carbonului și deci la mărirea vitezei de reacție, sau compensează cel puțin scăderea de temperatură a suprafeței de carbon, datorită reacției

de reducere a bioxidului de carbon. Astfel, aceste reacții secundare, care însoțesc inevitabil procesul arderii carbonului, nu frânează în mod direct viteza de reacție a procesului. Această viteză este încetinită prin faptul că oxigenul ce difuzează spre suprafața de reacție, întâlnește oxidul de carbon în cantitate mai mare (un volum de bioxid de carbon prin reducere formează două volume de oxid de carbon) ceea ce provoacă o frânare suplimentară a difuziunii oxigenului și implicit o frânare a vitezei de reacție [3.3].

În cazul arderii combustibililor solizi, reacțiile eterogene de ardere se caracterizează prin existența unei suprafețe de separație între agenții reactanți. Reacția eterogenă la suprafața unui corp solid poate fi împărțită în următoarele cinci faze [3.3] :

- 1) difuzia oxidantului la suprafața de reacție ;
- 2) absorbția chimică a oxidantului de către suprafață, în timpul căreia moleculele oxidantului, respectiv atomii, intră în suprafața de reacție pe o distanță de ordinul a 1 Å;
- 3) reacția chimică între corpul considerat și oxidant ;
- 4) desorbția produselor reacției din suprafață ;
- 5) îndepărtarea produselor reacției de la suprafață.

Dintre aceste faze, pentru viteza procesului de ardere sunt determinante viteza de aducere a oxidantului către suprafața de reacție și viteza reacției chimice, care are loc pe suprafața corpului. Viteza totală a reacției trebuie să fie de același ordin de mărime ca și viteza cu care se desfășoară faza cea mai lentă a procesului de ardere, deoarece aceasta din urmă încetinește în mod forțat și acele faze ale procesului, care s-ar putea desfășura mult mai repede. La baza teoriei arderii eterogene, stau o serie de ipoteze simplificatoare, cele mai importante fiind :

- prin reacția chimică se formează numai produse finale ale arderii ;
- concentrația oxidantului este aceeași pe toată suprafața particulei ;
- procesul de reacție are loc numai pe suprafața particulei.

În realitate arderea particulelor de carbon se produce în condiții mai complexe. În primul rând, reacția carbonului cu oxigenul, care constituie principalul proces chimic la arderea particulei de combustibil solid, conduce la formarea simultană a bioxidului și oxidului de carbon, conform relației [3.3]:



Raportul dintre cantitățile ambilor oxizi este dependent de reacțiile secundare, care însoțesc procesul primar de ardere a carbonului. Astfel, reacția „secundară” de ardere a oxidului de carbon, care poate avea loc atât în apropierea suprafeței particulare cât și în interiorul ei (pori, crăpături), ridică conținutul de bioxid de carbon al produselor de ardere, în timp ce reacția secundară dintre carbonul încălzit și bioxidul de carbon, acționează în sens invers, conducând la ridicarea concentrației oxidului de carbon. Ponderea diferitelor grupe de reacții se schimbă în funcție de nivelul de temperatură la care au loc.

Arderea unei particule de carbon de formă sferică amplasată într-o atmosferă oxidantă, se produce uniform pe toată suprafața numai în cazul unor viteze de spălare nule sau extrem de mici ale curențului ($Re < 100$). În acest caz se păstrează o simetrie sferică a proceselor care au loc în particulă și în exteriorul ei. Oxigenul din mediul ambiant, datorită difuziei, se deplasează în mod continuu spre suprafața de carbon, unde prin intermediul reacției primare trece în oxid de carbon în cantități corespunzătoare.

Modul de comportare a oxidului de carbon este dependent de condițiile regimului și în primul rând de temperatură. La temperaturi mai mici de 700°C, oxidul de carbon, care părăsește suprafața particulei, întâlnește oxigenul, arde cu flacără puțin luminoasă și se transformă în CO₂. La temperaturi cuprinse între 800 - 1200°C au loc reacții caracterizate prin faptul că simultan se produce transformarea carbonului în oxid de carbon, iar acesta din urmă arde parțial în bioxid de carbon chiar pe suprafața de reacție. La temperaturi foarte ridicate (1200 - 1300°C) au loc reacții în care oxigenul, în general, nu atinge suprafața particulei, iar o parte din bioxidul de carbon se transformă în CO după reacția secundară (CO₂ + C = 2CO) [3.3].

În cazul în care viteza de spălare a particulei este mult diferită de zero, arderea devine neuniformă. Pe partea frontală a particulei expusă jetului de fluid, reacția este mai puternică și aici se formează oxidul de carbon, care însă nu are timp să ardă în această parte a particulei, fiind suflat în spate. Arderea oxidului de carbon format are loc lateral sau în spatele particulei, unde există o zonă de recirculație care favorizează aprinderea. Procesul de reducere a bioxidului de carbon se desfășoară, în principal, în spatele particulei unde accesul oxigenului la particulă este practic inexistent.

Procesul de ardere a particulei de combustibil solid începe cu pregătirea sa termică. În această fază are loc mai întâi uscarea combustibilului, care este un proces endotermic. După uscare, combustibilul se încălzește în continuare și începe descompunerea lui prin degajarea materiilor volatile și formarea cocsului. Substanțele volatile, degajându-se la temperaturi relativ moderate, se amestecă cu aerul și sunt primele care se aprind. Ele au rolul de inițiatori ai procesului de ardere. Odată cu degajarea volatilelor se termină perioada pregătirii termice a combustibilului și începe perioada arderii propriu-zise. Arderea volatilelor formează procesul arderii cu flacără. Substanțele volatile degajate împiedică intrarea cocsului în procesul de ardere, creând împrejurul combustibilului o pătură groasă care împiedică accesul oxigenului. Astfel, cocsul se încălzește doar datorită căldurii degajate prin arderea volatilelor și intră în procesul de ardere cu întârziere, numai după ce majoritatea materiilor volatile au ars.

Deoarece cocsul în mod practic nu mai elimină materii volatile, el ar trebui să ardă fără flacără. Aerul folosit pentru ardere conține însă întotdeauna vapori de apă, nefiind uscat complet. În acest caz se formează un gaz combustibil cu conținut de hidrogen după una din următoarele scheme [3.3]:



În cazul formării acestui gaz, arderea cocsului are loc cu flacără, tocmai datorită hidrogenului din gaz. În cazul procesului de ardere a unei particule de combustibil solid considerată izolată, prin încălzire treptată particula se usucă și atinge temperatura începutului de degajare a substanțelor volatile, când datorită creșterii presiunii gazelor din interiorul particulei, începe degajarea substanțelor volatile, urmată de aprinderea amestecului de gaz și aer format. Degajarea substanțelor volatile continuă cu intensitate crescândă până la un maximum, pentru a scădea în continuare. Particula este acoperită în acest timp de flacără, a cărei lungime variază proporțional cu intensitatea degajării volatilelor. În această zonă a flăcării se consumă întreaga cantitate de oxigen ce difuzează spre suprafața particulei, astfel încât scheletul de cocs al particulei nu primește

oxigen. Numai după arderea aproape totală a volatilelor, oxigenul pătrunde până la suprafața incandescentă a particulei. Din acest moment procesul de ardere începe să se dezvolte în baza de carbon a particulei.

Procesul de ardere a combustibilului solid natural este influențat și de conținutul de cenușă al acestuia. Găsindu-se în proporții ridicate în combustibil (peste 30 %), cenușa îngreunează difuziunea oxigenului către suprafața de reacție. Dacă în timpul procesului de ardere se depășește temperatura de topire a cenușii, particulele de combustibil se zgurifică și accesul oxigenului se face și mai greu.

Problema determinării timpului de ardere a particulei de cărbune a fost cercetată foarte mult. Pentru a modela cât mai exact fenomenul real, timpul de ardere a unei particule de combustibil solid a fost conceput ca suma a trei componente: timpul de pregătire necesar încălzirii particulei până la temperatura de aprindere, timpul de ardere a materiilor volatile și timpul de ardere a reziduului carbonos. Încercările experimentale efectuate până în prezent, au pus în evidență cele trei componente ale timpului de ardere. A fost determinată analitic de asemenea influența excesului de aer asupra timpului de ardere a reziduului carbonos, dovedindu-se variația invers proporțională cu concentrația de oxigen a mediului. Calitatea prafului de cărbune exercită o influență hotărâtoare asupra randamentului economic al măcinării și arderii și asupra generatorului de abur [3.3].

3.4. INSTALAȚIA DE AER-GAZE DE ARDERE

Aerul necesar arderii și evacuarea gazelor arse din focarul cazanului sunt asigurate de instalația de aer și gaze de ardere (figura 3.2), care se compune din următoarele elemente și echipamente [3.4]:

a) Instalația de aer pentru ardere:

- canalele de aer rece ;
- ventilatoarele de aer (VA1 și VA2);
- preîncălzitoarele de aer cu abur (PAA1 și PAA2);
- preîncălzitoarele de aer rotative (PAR1 și PAR2);
- canalele de aer cald ;
- clapete de închidere și reglare ;
- prize pentru instalațiile de măsură, reglare și control;
- uși de vizitare.

b) Instalația de gaze de ardere:

- canalele de gaze de ardere;
- electrofiltrele (EF1 și EF2);
- coșul de fum;
- clapete de închidere și reglare;
- prize pentru instalația de măsură, reglare și control.

Canalele de aer rece încep la gura de aspirație a atenuatorului de zgomot și se racordează succesiv cu difuzoarele de intrare ale ventilatoarelor de aer , preîncălzitoarele de aer cu abur și preîncălzitoarele de aer rotative. Între ventilatoarele de aer și preîncălzitoarele de aer rotative există clapete de închidere și reglare (C1;C2). Între preîncălzitoarele de aer cu abur și preîncălzitoarele de aer rotative, este prevăzut un canal

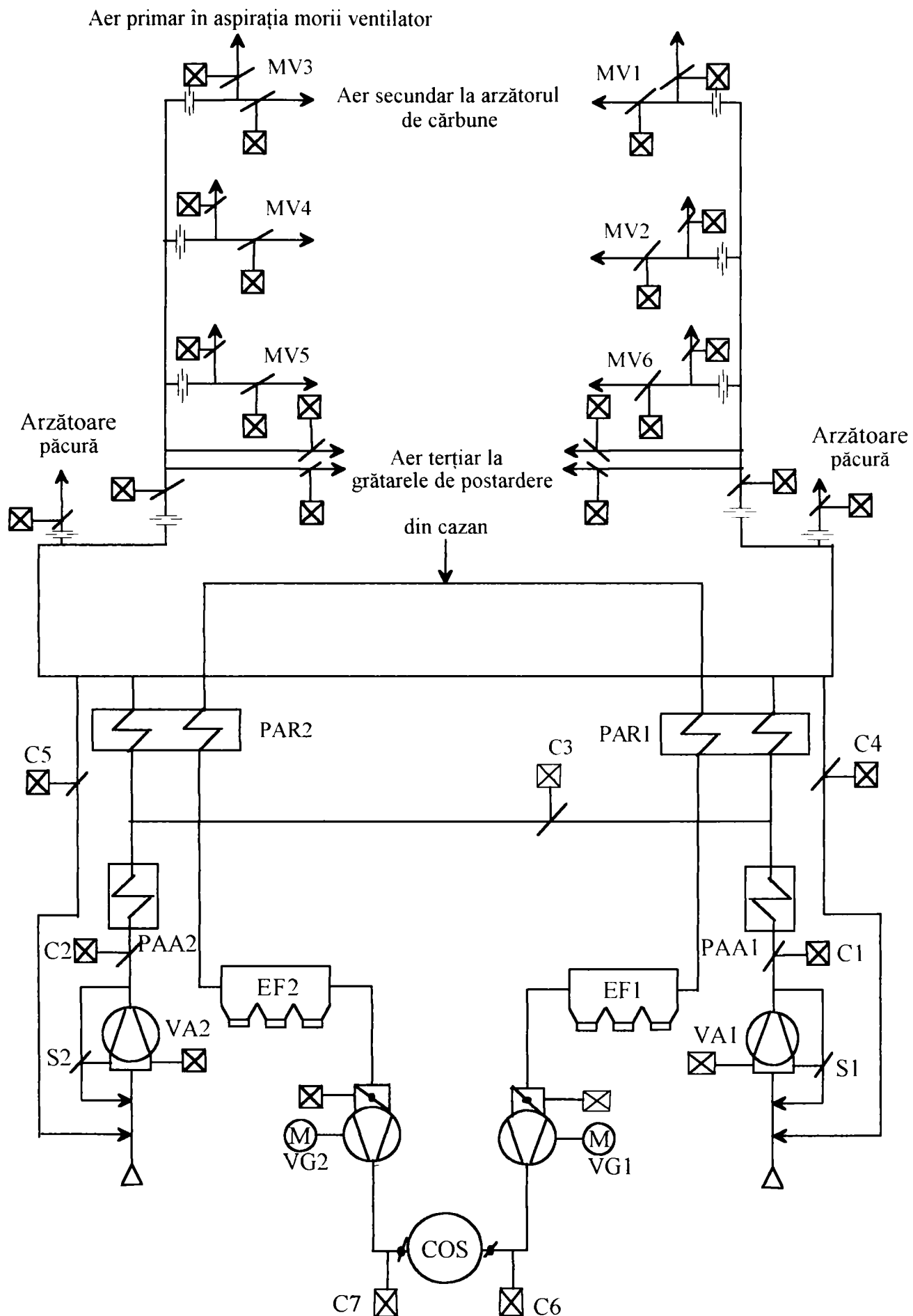


Figura 3.2. Schema circuitului aer - gaze de ardere

M1-M6 - mori de cărbune ; EF1, EF2 - electrofiltre ; VA1, VA2 - ventilatoare de aer ; VG1, VG2 - ventilatoare de gaze de ardere ; PAA1, PAA2 - preîncălzitoare de aer cu abur; PAR1; PAR2 - preîncălzitoare de aer rotative.

de by-pass între traseele canalelor de aer rece ce pornesc independent de la fiecare ventilator de aer, pentru a permite funcționarea unui ventilator de aer cu ambele preîncălzitoare de aer, sau încrucișat cu preîncălzitorul de aer de pe cealaltă linie. Acest canal de by-pass este prevăzut cu o clapetă de izolare(C3).Între refularea aerului din fiecare ventilator (VA) și aspirația acestuia, există un canal de by-pass pe care sunt prevăzute șibăre de recirculație (S1;S2) ,care are rolul de a permite reglarea debitului de aer în timpul funcționării cazanului la sarcini reduse. Între canalele de aer rece și ventilatoarele de aer sunt montate compensatoare elastice pentru amortizarea vibrațiilor produse de ventilatoare. Canalele de aer rece sunt simetrice stânga-dreapta [3.4].

Canalele de aer cald încep de la ieșirea din preîncălzitoarele de aer rotative, constituind circuitele de transport ale aerului la:

- instalația de măcinare a cărbunelui - ca aer primar contribuind alături de gazele de ardere din focar la uscarea cărbunelui;
- arzătoarele de praf de cărbune - ca aer secundar;
- arzătoarele de păcură și gaze;
- grătarul de postardere - ca aer terțiar;
- aspirația ventilatorului de aer pentru ridicarea temperaturii aerului aspirat în perioadele reci ale anului; pe acest traseu se găsesc clapete de izolare (C4;C5);

Canalele de aer cald din limita cazanului sunt separate în două circuite de aer stânga-dreapta, care sunt puse în paralel după preîncălzitoarele de aer rotative pentru a realiza uniformizarea presiunilor și temperaturilor aerului cald [3.4]. Aerul de ardere preparat și transportat prin instalația de aer a cazanului constituie așa numitul "aer ordonat" introdus în cazan. Valorile de proiect la sarcina nominală a cazanului în secțiunea de ieșire din arzătoare spre focar, repartizează aerul de ardere astfel:

- aer ordonat de ardere: 89%;
- aer fals, inclusiv cel provenit din instalațiile de măcinare: 11%.

Ventilatoarele de aer (VA1;VA2) sunt de tipul axial în execuție orizontală, cu amortizor de zgomet având așezarea cu axele longitudinale orizontale. Constructiv sunt realizate aproape în întregime din subansamble sudate. Cazanul de 287,5 kg/s este prevăzut cu două ventilatoare de aer, dimensionat fiecare pentru 60% din debitul de aer necesar funcționării la sarcina nominală [3.4]. Acest mod de dimensionare oferă posibilitatea în exploatare ca la sarcini mici ale cazanului să se funcționeze cu un singur ventilator de aer, pentru ca randamentul acestuia să rămână în domeniul maxim prin reducerea consumului de energie pentru antrenare. Legătura dintre ventilatoare și canalele de aspirație și de refulare se face prin intermediul unor compensatoare elastice. Ventilatoarele sunt montate pe platforma de la cota +92 m a cazanului și împreună cu motoarele electrice de acționare sunt fixate pe plăci de beton, așezate la rândul lor pe amortizoare de vibrații [3.4].

Canalele de gaze de ardere pot fi împărțite în următoarele trasee:

- canalele de gaze de ardere între ieșirea din focar și intrarea în preîncălzitoarele de aer - ce asigură direcționarea și trecerea gazelor de ardere prin preîncălzitoarele de aer, unde are loc scăderea temperaturii acestora; aceste canale sunt prevăzute cu compensatoare și pâlnii pentru colectarea cenușii;

- canalele de gaze de ardere aferente electrofiltrelor. Acestea sunt prevăzute cu pâlnie și compensatoare între electrofiltre și preîncălzitoarele de aer și între electrofiltre și ventilatoarele de gaze de ardere;

- canalele de gaze arse între ventilatoarele de gaze și coșul de fum al cazanului, care sunt prevăzute cu compensatoare cu țesătură din azbest și câte o clapetă de izolare pentru fiecare ventilator de gaze (C6;C7);

- canalele de gaze de ardere aferente morilor de cărbune, care asigură aspirarea gazelor de ardere necesare preparării prafului de cărbune, amplasate între cotele +38,86m și +5,4 m [3.4].

Preîncălzitoarele de aer rotative (PAR1;PAR2) cu care este echipat cazanul de 287,5 gk/s sunt de tip Ljungstrom.Schimbul de căldură între gazele de ardere și aerul de ardere se realizează prin intermediul unei mase metalice înglobată în rotorul preîncălzitorului, care, prin trecerea alternantă prin dreptul canalelor fixe de gaze de ardere și aer se încălzește - răcește, transmițând căldura de la gazele de ardere la aerul de ardere. Rotorul constituie partea principală a preîncălzitorului și el se învârtă în interiorul unei carcase fixe și etanșe.Rotorul este alcătuit din mai multe sectoare umplute cu elemente de încălzire. Elementele de încălzire sunt construite din table ondulate și striate cu înălțimea de 1000 mm și grosimea de 0,5 mm care formează între ele canale înguste de trecere. Prin carcasa fixă circulă în contracurent aerul și gazele de ardere, fiecare din aceste fluide având trasee separate și etanșate între ele. Rotorul preîncălzitorului se sprijină pe o construcție de susținere prin intermediul arborelui și a unui lagăr axial-radial. La partea superioară rotorul este fixat în construcția de susținere prin intermediul unui lagăr de ghidare, la capătul de sprijin suportul rotorului este fixat pe un lagăr sferic, iar la capătul de ghidare suportul se reazemă pe role care permit deplasarea datorită dilatării. Rotorul preîncălzitorului de aer este antrenat de două motoare hidraulice, care funcționează cu ulei sub presiune furnizat de un grup de pompe [3.5].

Ventilatoarele de gaze de ardere (VG1;VG2) ale cazanului de 287,5 kg/s sunt montate pe platforma de la cota +92 m a cazanului. Ventilatoarele sunt de tip axial, montate vertical și realizate aproape în întregime din subansamble sudate. În drum spre coșul de fum, gazele de ardere aspirate din focar de ventilatoarele de gaze de ardere sunt trecute prin instalațiile de desprăfuire electrică (electrofiltre).În electrofiltre se separă cenușa din gazele de ardere [3.5].

Electrofiltrele (EF1;EF2) cazanului de 287,5 kg/s sunt montate pe platforma de la cota +92m a cazanului.

Datele de proiectare pentru electrofiltrele blocurilor de 330 MW [3.4]:

Debit gaze de ardere	739 m ³ _N /s;
Temperatura gazelor de ardere la intrarea în electrofiltre	140 °C
Concentrația de cenușă la intrarea în electrofiltre	67,7 g/m ³ _N
Conținutul de apă în combustibil	43 %
Conținutul de cenușă în combustibil	24,5 %
Conținutul de nearse în cenușă	5.9 %
Exces de aer la intrarea în electrofiltre	1,32
Temperatura maximă a gazelor de ardere	200 °C
Presiunea datorată vântului	1000 Pa

Seismicitate	6 grade Richter
Încărcarea specifică datorită zăpezii (conf.STAS)	500 Pa
Încărcarea specifică datorită prafului depus pe instalație	50 kg/m ²
<u>Datele tehnice ale electrofiltrelor blocurilor de 330 MW:</u>	
Tip electrofiltre	orizontal-uscate
Simbol	2x50/12/2x9/0,350
Numărul camerelor de desprăfuire	2
Lungime carcasă	12,030 m
Înălțime carcasă (fără buncăre și grinzi de acoperiș)	13,800 m
Lățime carcasă	17,700 m
Număr buncăre carcasă	2x3
Număr câmpuri/electrofiltru	2
Număr treceri pentru gaze dispuse la pas de 0,350 m	50
Număr electrozi de depunere pe un panou	9
Înălțimea activă a panoului cu electrozi de depunere	12,0 m
Înălțimea ramei cu electrozi de emisie	6,0 m
Înălțimea electrodului de emisie ISODYN B5	1,5 m
Timpul de staționare al particulelor în zona activă	4,87 s
Electrozi de depunere:	
- grosime	1,25 mm
- material	RR St 37,3
- lățimea electrodului	480 mm
Electrozi de emisie:	
- tip	ISODYN B5(câmp 1) Fe-Stern (câmp 2)
- grosime/material electrod ISODYN B5	1,5/Al
- dimensiune/material electrod Fe-Stern	stea 3,65mm/OLC 10
- număr/ramă (vertical)	4ISODYNB5/2Fe-Stern
Racord intrare:	
- tip	intrare la partea superioară
- tabla de uniformizare	sistem jaluzele combinat cu tablă perforată
Racord ieșire:	
- tip	axial
- tabla de uniformizare	perforată
Alimentare electrică de IT:	
- câmpul 1	2 AIT 1680mA, 111 kV
- câmpul 2	2AIT 2800mA, 111 kV.

Coșul de fum al cazanului de 287,5 kg/s face corp comun cu structura sălii cazanelor. În conformitate cu "REGULAMENTUL PRIVIND STABILIREA CATEGORIEI DE IMPORTANȚĂ A CONSTRUCȚIILOR" aprobat cu HG 261/1994, cazanele și coșul de fum fac parte din categoria construcțiilor deosebite - *categoria B de importanță*. Din punct de vedere al nivelului de *protecție antiseismică*, sala cazane și



Coşul de fum CF2

coșul de fum se încadrează în *clasa I de importanță* [3.11], [3.12]. Privitor la nivelul de asigurare la *acțiunea vântului* construcția se încadrează în *clasa II de importanță* [3.13].

Coșul de fum propriu-zis se dezvoltă între cotele +102,00 și +250,00m. Informativ suprafața ocupată de cilindrul central cu rol de coș de fum la partea superioară este de 141,10 m² [3.10]. Structura principală de rezistență a sălii cazanelor este alcătuită din elemente cilindrice verticale din beton armat. Cilindrii se opresc la cota +92,00m cu excepția cilindrilor central care se dezvoltă încă 158,00m până la cota +250,00m, între aceste cote având rol de coș de fum. Coșul este executat din beton armat B 400 turnat în cofraje glisante și armătură de rezistență OB 38 în suprastructură. La bordajul golurilor pentru canalele de gaze arse s-a folosit armătură PC 52 [3.10].

Coșurile de fum deserveșc câte două cazane și fac corp comun cu structura sălii cazanelor. Structura coșurilor de fum de la C.T.E. Rovinari prezintă două elemente caracteristice care le diferențiază de alte structuri realizate în țară și anume [3.10]:

- structura coșurilor este amplasată în centrul sălii cazanelor deasupra cotei +92,00m;

- între cotele +153,00m și +160,00m s-a prevăzut prin proiect și s-a realizat prin îngroșare locală un inel puternic în grosime de 1,00m, de care s-au ancorat cablurile celor două macarale necesare deservirii cazanelor.

La C.T.E. Rovinari structura coșurilor de fum este de tip "coș simplu" adică un coș la care tubul de evacuare a gazelor este alipit trunchiului portant. Structura interioară a coșului, respectiv protecția anticorozivă, se reazemă pe niște console circulare executate odată cu structura circulară de rezistență. În acest sistem constructiv, fața interioară a trunchiului portant din beton armat este nevizibilă în timpul exploatării [3.10].

Structura coșului este de formă cilindrică și conică, diametrul exterior variind după cum urmează [3.10]:

Între cotele +92,00 m și +134,00 m diametrul exterior este constant și egal cu 13,14 m.

Între cotele +134,00 m și +250,00 m diametrul exterior este variabil. La cota +134,00 m diametrul exterior pornește de la 13.14 m și descrește constant spre vârf, ajungând la vârf la un diametru de 8,00 m.

Amătura verticală curentă este alcătuită din câte 260 de bare cu grosimi cuprinse între 10 mm și 25 mm, care s-au montat atât la fața exterioară cât și la fața interioară a peretelui, repartizate uniform pe contur. Armătura orizontală este formată din inele de armătură cu grosimi cuprinse între 12 mm și 25 mm, așezate la 15 cm distanță. Acoperirea cu beton a armăturilor este de 4 cm [3.10].

La interior, betonul a fost protejat termic și anticoroziv între cotele +121,50 m și +250,00 m, soluția tehnică adoptată fiind următoarea [3.10]:

- protejarea betonului cu pelicule rezistente la acțiunea acizilor;
- protecția termică a fost lipită pe pereții coșului de fum și realizată din plăci pe bază de sticlă spongioasă prinse cu chituri antiacide pe bază de silicat de potasiu având grosimea:

- 8 cm între cotele +121,50 m și +134,00 m;

- 6 cm între cotele +134,00 m și +160,00 m;

- 5 cm între cotele +160,00 m și +200,00 m;

- 4 cm între cotele +200,00 m și +250,00 m.
 - protecția anticorozivă din zidărie de cărămidă de gresie ceramică antiacidă format 250x125x65mm, montată în chituri antiacide pe bază de silicat de potasiu, cu grosimea:
 - 37,50 cm între cotele +121,50 m și +131,50 m;
 - 25,00 cm între cotele +131,50 m și +134,00 m;
 - 12,50 cm între cotele +134,00 m și +250,00 m.
- Coronamentul și pâlnia au fost protejate prin placare cu gresie ceramică antiacidă format 250x125x30 mm .

Bibliografie

- 3.1. Schröder, K.: *Centrale termice de mare putere*, Editura Tehnică, București, 1971.
- 3.2. Moțoiu, C.: *Centrale termice și hidroelectrice*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1974.
- 3.3. Ungureanu, C.: *Generatoare de abur pentru instalații energetice clasice și nucleare*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1977.
- 3.4. ICEMENERG BUCUREȘTI, *Cartea tehnică de exploatare a cazanului de 1035 t/h*, București, 1998.
- 3.5. Racoceanu, C.: *Parametrii tehnico-funcționali ai C.T.E. Rovinari*, Referat nr.1 teza de doctorat, Universitatea Politehnica Timișoara, 1996.
- 3.6. Pănoiu, N., Cazacu, C., Mihăescu, L.: *Instalații de ardere a combustibililor solizi*, Editura Tehnică, București, 1985.
- 3.7. Ungureanu, C.: *Generatoare de abur pentru instalațiile de ardere clasice și nucleare*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1977.
- 3.8. Carabogdan, I., Pănoiu, N.: *Bazele teoretice ale aprinderii și arderii combustibililor solizi*, Editura Academiei R.S.R., 1969.
- 3.9. Pănoiu, N. ș.a.: *Valorificarea prin ardere a combustibililor inferiori*, Editura Tehnică, București, 1978.
- 3.10. INSTITUTUL DE STUDII ȘI PROIECTĂRI ENERGETICE BUCUREȘTI, *Reabilitarea structurii coșurilor de fum nr.2 și nr.3 de la S.E. Rovinari*, București, 2000.
- 3.11. PE 732-92 *"PRESCRIȚII ENERGETICE PENTRU PROIECTAREA CONSTRUCȚIILOR AFERENTE CENTRALELOR TERMoeLECTRICE (C.T.E., C.E.T., C.T.) LA ACȚIUNI SEISMICE"*, București, 1992.
- 3.12. P 100/92-96 *"NORMATIV PENTRU PROIECTAREA ANTISEISMICĂ A CONSTRUCȚIILOR DE LOCUINȚE, SOCIAL-CULTURALE, AGROZOOTEHNICE ȘI INDUSTRIALE"*, București, 1996.
- 3.13. STAS 10100/0-75 *"PRINCIPII GENERALE DE VERIFICARE A SIGURANȚEI CONSTRUCȚIILOR"*, București, 1975.

**MECANISMELE DE FORMARE ȘI EFECTELE NOCIVE ALE
POLUANȚILOR REZULTAȚI PRIN ARDEREA COMBUSTIBILILOR ÎN
CENTRALELE TERMICE ȘI TERMoeLECTRICE**

4.1. EMISIA DE OXIZI DE SULF

4.1.1. Mecanismul de formare a oxizilor de sulf

Emisiile naturale de SO_x sunt în cantități imense (78-284 Mt SO₂/an) și sunt imposibil de redus sau de controlat. Emisiile antropogene de SO₂, ce rezultă ca emisii secundare din activitatea omului, reprezintă circa 150-200 Mt SO₂/an și pot fi reduse, dar, cu eforturi tehnice și financiare considerabile[4.2].

Din oxidarea sulfului combustibil, cea mai mare parte (peste 95%) se transformă în SO₂, restul în SO₃. Conversia SO₂ în SO₃ are loc în flacără, în cazul unui exces mare de oxigen, dar și pe traseul gazelor de ardere, în prezența oxizilor de vanadiu și chiar de fier, care joacă rol de catalizator, mai ales la temperaturi de peste 800°C [4.3].

Evacuat în atmosferă, bioxidul de sulf (SO₂) reacționează cu oxigenul sub acțiunea radiațiilor ultraviolete solare (ruv), dând naștere anhidridei sulfuroase (SO₃), conform relației:



.Aceasta, la rândul ei, se combină cu vaporii de apă din atmosferă și formează acidul sulfuric:



atingând, în perioadele de ceață sau în zilele foarte umede, un grad de transformare de până la 15,7% [4.3].

4.1.2 Efectele dioxidului de sulf asupra organismului uman

Dioxidul de sulf reprezintă o substanță toxică, care pătrunde în organism prin tractul respirator. Efectele, atât la expunerea pe termen scurt (10-30 minute), cât și pe termen mediu (24 ore) și lung (sezon,an), sunt legate de alterarea funcției respiratorii. La concentrații peste 1000 μ g/m³ timp de 30 minute, pot apărea efecte severe ca: bronhoconstricții, bronșite și traheite chimice. La concentrații de 2600-2700 μ g/m³ pe 10 minute, crește riscul apariției spasmului bronșic la astmatici. De remarcat că există o mare variabilitate a sensibilității la SO₂ a subiecților umani. Expunerea repetată la concentrații mari pe termen scurt, combinată cu expunerea pe termen lung la concentrații mai mici, crește riscul apariției bronșitelor cronice, în special la fumători. Expunerea pe termen lung la concentrații mici conduce la efecte, în special, asupra subiecților sensibili (astmatici, copii, oameni în vârstă). Dioxidul de sulf și particulele în suspensie au efect sinergic, asocierea celor doi poluanți prezenți simultan în gazele de ardere, conducând la creșterea mortalității prin afecțiuni cardio-respiratorii și a deficiențelor funcției pulmonare. La copiii care trăiesc în zone industrializate, s-a remarcat scăderea capacității vitale. Efectul sinergic apare atât la expunerea pe termen scurt, cât și la cea pe termen lung [4.11].

4.1.3 Efectele dioxidului de sulf asupra vegetației

Prezența oxizilor de sulf în mediul ambiant se manifestă atât prin leziuni directe asupra plantelor, cât și prin modificarea compoziției apei și solului. Astfel, SO₂-ul, în

concentrație mare, distruge clorofila din frunze, acțiunea sa amplificându-se prin sinergism cu NO_2 -ul. Expunând frunze de diferite plante într-o atmosferă de NO_2 , în concentrație de 2 ppm și separat, într-o atmosferă de SO_2 , în concentrație de 0,7 ppm, după 4 ore nu s-a observat nici o schimbare morfologică în structura frunzelor. Expunând însă aceleași frunze într-o atmosferă cu ambele noxe, dar într-o concentrație mult mai mică, de numai 0,1 ppm pentru fiecare gaz, s-a observat o continuă modificare a țesutului frunzelor [4.3].

Oxizii de sulf, alături de cei de azot, sunt astăzi considerați principalii vinovați ai ploilor acide, care cauzează distrugerea pădurilor pe suprafețe îngrijorător de mari. Modificările în compoziția apei și a solului, au ca rezultat tulburări de dezvoltare ale plantelor, o scădere a producției de masă lemnoasă, respectiv a producției și calității fructelor, cu întregul cortegiu de consecințe economice și de altă natură, ultimele manifestate prin lanțul trofic plantă-animal-om. În comunitățile de plante apar schimbări ale echilibrului între specii: reducerea varietăților sensibile determină alterarea structurii și funcțiilor întregii comunități [4.3].

Uniunea Internațională a Organizațiilor pentru Protecția Pădurilor, recomandă următoarele concentrații ca valori-ghid pentru protecția plantelor [4.11]:

- media anuală $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pentru a se menține întreaga producție în cele mai multe locuri și $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pentru a se menține întreaga producție și a proteja mediul;
- media pe 30 minute $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ și respectiv $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pentru cele două situații de mai sus. Se admite depășirea acestor valori cu o frecvență anuală de maxim 2,5%. Organizația Mondială a Sănătății recomandă limita de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ca medie anuală.

4.1.4 Efectul dioxidului de sulf asupra materialelor metalice și asupra altor materiale

Oxizii de sulf, respectiv acizii sulfuros și sulfuric, care rezultă prin hidratarea acestora, determină fenomene de coroziune a suprafețelor, murdărirea și formarea de crustă pentru piatra de construcție, fenomene de coroziune, mătuirea și găurirea metalelor, decolorarea materialelor colorate, decolorarea, cojirea, crăparea și umflarea vopselelor de acoperire, reducerea rezistenței și elasticității pentru unii compuși organici (amine, polimeri, textile), unele materiale de construcție și unele tipuri de cabluri electrice [4.3]. În funcție de natura și concentrația gazelor agresive care pot exista în atmosferă, se stabilesc trei grupe de concentrații A, B și C. Pentru grupa A, concentrația SO_2 în medie pe termen lung (sezon, an) este $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, pentru grupa B concentrația este $100-5000 \mu\text{g}/\text{m}^3$, iar pentru grupa C concentrația este $5100-50000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [4.11].

4.2 EMISIA DE OXIZI DE AZOT

4.2.1 Mecanismele de formare a oxizilor de azot

Formarea oxizilor de azot în timpul arderii are loc pe baza azotului din aer și a azotului conținut în combustibil. Acest mecanism, spre deosebire de cel al formării de dioxid de sulf, poate fi controlat și "stăpânit", prin măsuri primare adecvate procesului de ardere. Respectarea normelor privind nivelul maxim admis al emisiilor de oxizi de azot la coș se poate planifica, luând în considerare două aspecte [4.2]:

- 1) controlul mecanismului de formare a oxizilor de azot (în special NO) în focar, prin măsuri primare;

2) curățirea gazelor de ardere de oxizi de azot, prin măsuri secundare.

Instalațiile moderne de ardere aplică, în general, ambele posibilități. În timpul arderii se formează în special monoxidul de azot (NO). Dioxidul de azot (NO₂) reprezintă în general, sub 5% din totalul oxizilor de azot formați, denumiți prescurtat NO_x. Emisia de oxizi de azot NO_x se exprimă în dioxid de azot NO₂ deoarece, deși în flacără se formează cu precădere monoxid de azot, ulterior, în canalele de gaze și în atmosferă, acesta se transformă în dioxid de azot.

Literatura de specialitate indică existența a trei mecanisme de formare a oxidului de azot [4.2]:

- mecanismul termic de formare a oxidului de azot din azotul din aerul necesar arderii;

- mecanismul de formare a oxidului de azot din azotul existent în compoziția combustibilului;

- mecanismul formării oxidului de azot prompt sau timpuriu.

Deși în focarele industriale nu se poate totdeauna preciza riguros care este ponderea fiecărui mecanism în formarea globală a oxidului de azot, sunt importante cunoașterea și înțelegerea lor, pentru a se lua măsuri de evitare sau limitare a fenomenelor care generează formarea de oxizi de azot, acționând asupra factorilor de influență specifici.

4.2.1.1 Mecanismul termic de formare a oxizilor de azot

După Zeldovici, formarea de monoxid de azot termic are loc în flacără și se desfășoară conform următoarelor reacții [4.2]:

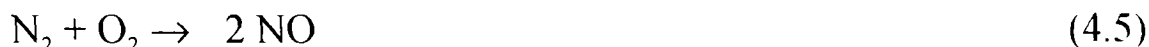
a) În cazul unui exces de oxigen, moleculele de azot reacționează cu radicalii de oxigen rezultați din descompunerea termică a oxigenului, la temperaturi foarte înalte:



Radicalul de azot rezultat din această reacție și/sau din descompunerea termică a azotului molecular reacționează cu molecula de oxigen:



Reacția sumă a celor două de mai sus este:



b) În cazul unui exces de combustibil, radicalii oxidril (OH), produși prin ardere, reacționează cu radicalii de azot, proveniți din descompunerea termică:



Principalii factori care influențează formarea de oxizi de azot termic sunt:

- concentrația oxigenului atomic O, format în urma disocierii termice a moleculelor de oxigen O₂;

- temperatura ridicată, superioară valorii de 1300°C;

- timpul în care se desfășoară reacția.

Mărirea valorii acestor parametri determină, în general, sporirea cantității de monoxid de azot termic produs.

Mecanismul termic se datorează reacției azotului molecular și a reacțiilor ce urmează cu oxigenul molecular, în baza azotului atomic astfel format. În cazul zonelor bogate în combustibil, mecanismul trebuie să se completeze prin reacția de oxidare a azotului elementar prin radicali OH [4.2].

Constanta de echilibru pentru reacția (4.5) este dată de relația:

$$K_{NO} = \frac{C_{NO}}{(C_{N_2})^{0.5} (C_{O_2})^{0.5}} \quad (4.7)$$

în care: K_{N_2} este constanta de echilibru;
 C_{NO} - concentrația masică de NO, în mg/m^3_N ;
 C_{N_2} - concentrația masică de N_2 , în mg/m^3_N ;
 C_{O_2} - concentrația masică de O_2 , în mg/m^3_N .

Pentru constanta de echilibru se indică în literatura de specialitate relația:

$$K_{NO} = 4,71 \exp\left(-\frac{94000}{RT}\right) \quad (4.8)$$

în care : R este constanta generală a gazului perfect, în $\text{kJ}/(\text{mol K})$;
T - temperatura absolută, în K.

Mecanismul termic de formare a oxizilor de azot este puternic dependent de temperatură. Reacția azotului molecular cu radicalul de oxigen este cea mai înceată, deci ea va constitui pasul hotărâtor, impunându-și viteza. Reacția N cu OH este specifică condițiilor substoichiometrice. Având în vedere că arderea combustibililor decurge atât în condiții sub- cât și suprastoichiometrice se poate neglija aportul ei.

Pentru viteza de formare a monoxidului de azot termic se poate scrie:

$$\frac{d(C_{NO})}{dt} = 2 k_{NO} C_{N_2} C_{O_2} \quad (4.9)$$

unde: k_{NO} este constanta vitezei de reacție, în $\text{cm}^3/(\text{mol s})$;
 C_{N_2} - concentrația masică de N_2 , în mg/m^3_N ;
 C_{O_2} - concentrația masică de O_2 , în mg/m^3_N .

În timpul arderii se poate vorbi despre un exces evident de azot molecular. Concentrația de oxigen atomic este puternic dependentă de temperatură. Disocierea oxigenului, la temperaturile normale de ardere, este minimă. Acest mecanism joacă un rol secundar la focarele cu praf de cărbune, ce au regimul termic sub $1300-1500^\circ\text{C}$ [4.2].

Un alt factor care influențează formarea de NO termic este timpul de reacție. Reacția, destul de complicată, decurge lent. Până la atingerea unei concentrații de echilibru- ea însăși dependentă de temperatură- se scurge un anumit timp [4.2].

Dacă se reușește scoaterea rapidă a reactanților din zona de reacție, înainte de a se atinge echilibrul și trecerea acestora într-o zonă cu temperatură mai scăzută, se va produce mai puțin monoxid de azot termic, decât dacă acesta s-ar forma, în mod obișnuit, la temperatura de ardere.

4.2.1.2 Mecanismul prompt de formare a oxizilor de azot

Oxidul de azot prompt, se formează, de asemenea în flacără, în urma interacțiunii radicalilor de forma CN și CH cu moleculele de H_2 , H_2O și N_2 . În prima fază, se formează cianizii HCN. După Fenimore reacțiile decurg astfel [4.2]:

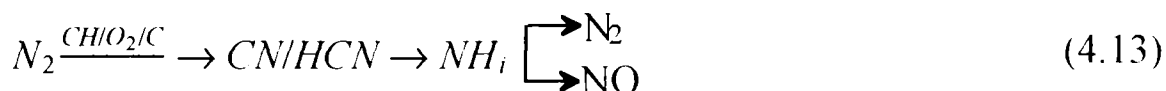




Cianizii formați se transformă în radicali de forma NH_i ($i = 0, 1, 2, 3$). Aceștia dau naștere monoxidului de azot NO, în prezența oxigenului atomic O sau a radicalilor OH.

Principalii factori care influențează formarea oxidului de azot prompt sunt: concentrația oxigenului atomic și coeficientul excesului de aer.

Mecanismul formării de monoxid de azot prompt este datorat și în acest caz azotului molecular din aer [4.2].



Formarea azotului atomic și a compușilor CN este posibilă doar în zone ale flăcării cu condiții substoichiometrice de ardere, bogate în combustibil. De aceea, se poate considera că aportul acestui tip de mecanism la formarea cantității totale de monoxid de azot este neglijabil (sub 10 ppm) [4.2].

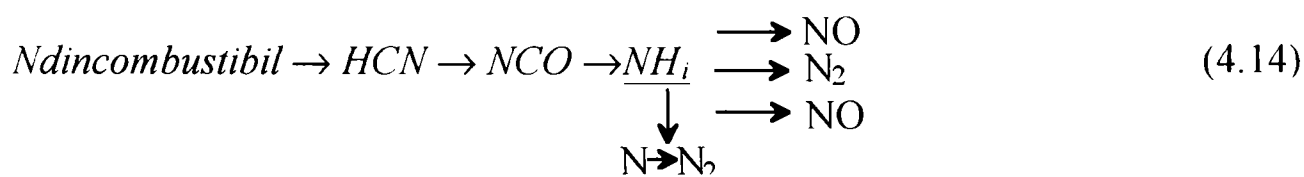
4.2.1.3 Mecanismul formării oxizilor de azot din azotul existent în combustibil

Oxidul de azot provenit din azotul existent în combustibil se formează tot în flacără, după un mecanism complex, parțial necunoscut. Se știe că, mai întâi iau naștere radicalii de forma CN, a căror evoluție în prezența oxigenului conduce la formarea de NO. Principalii factori care determină cantitatea de NO formată sunt: conținutul de azot al combustibilului, concentrația de oxigen în flacără, timpul de reacție și temperatura flăcării [4.2].

Mecanismul de formare a oxidului de azot termic este mult mai lent decât cel de formare a oxidului de azot prompt. Formarea monoxidului de azot din azotul conținut în combustibil decurge ceva mai repede decât formarea monoxidului de azot termic, dar considerabil mai încet decât formarea de monoxid de azot prompt.

Compușii pe bază de azot din combustibil provin din descompunerea proteinelor și a acidului nucleic din materialul fosil. Este vorba de compuși alifatici, ca aminele primare, secundare sau terțiare (RNH_2 , $\text{R}_1\text{R}_2\text{NH}$, $\text{R}_1\text{R}_2\text{R}_3\text{N}$) sau compuși aromatici ca piridina ($\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$) și pirolul ($\text{C}_4\text{H}_5\text{N}$) [4.2].

Mecanismul complicat ce stă la baza formării de NO din azotul existent în combustibil se prezintă schematic astfel [4.2]:



Se observă că din azotul conținut de combustibil se formează compuși secundari de genul HCN, NH_i și/sau CN. Aceștia vor reacționa formând NO, respectiv N_2 .

Având în vedere valoarea redusă a energiilor de activare necesare în reacția de formare a NO din azotul conținut în combustibil pe de o parte, respectiv influența minimă a temperaturii pe de altă parte, se poate considera că procesul de formare a monoxidului de azot este încheiat imediat în spatele flăcării. În literatura de specialitate

[4.2] se indică o formulă de calcul a cantității de azot conținut de combustibil, care se transformă în NO, după cum urmează:

$$P_{N_2 \rightarrow NO} = \frac{x_{O_2}^i k_{NO}}{x_{N_2}^i k_{N_2}} \exp(E_{N_2} - E_{NO})/(2RT) \quad (4.15)$$

unde: $P_{N_2 \rightarrow NO}$ este partea de azot conținut de combustibil ce se transformă în NO;

- $x_{O_2}^i$ - raportul molar al concentrației inițiale de O_2 ;
- $x_{N_2}^i$ - raportul molar al concentrației combinațiilor cu azot în amestecul inițial;
- k_{NO} - constanta vitezei de reacție pentru NO, în s^{-1} ;
- k_{N_2} - constanta vitezei de reacție pentru N_2 , în s^{-1} ;
- R - constanta generală a gazului perfect, în J/(kmol K);
- T - temperatura absolută, în K ;
- E_{NO} - energia de activare pentru NO, în J/kmol;
- E_{N_2} - energia de activare pentru N_2 , în J/kmol.

Și din această relație rezultă foarte clar că, datorită diferenței foarte mici dintre cele două valori ale energiei de activare (pentru formarea de N_2 , respectiv NO), partea de azot inițial conținut în combustibil care se transformă în NO, este foarte puțin dependentă de temperatură. Parametrii importanți de influență pentru acest mecanism sunt concentrația de oxigen și conținutul inițial de azot existent sub forma diferitelor combinații în combustibil [4.2].

4.2.1.3.1 Procesul de formare a NO din azotul existent în cărbune

Partea cea mai importantă de NO, rezultată la arderea cărbunelui, provine din reacția azotului, conținut în combustibil sub formă de combinații aromatice și alifatică, cu oxigenul existent în flacără. Acest mecanism este influențat sensibil de *concentrația oxigenului în flacără* și de *timpul de staționare* [4.2].

Timpul de staționare reprezintă *durata necesară gazelor de ardere pentru parcurgerea distanței dintre centrul arzătorului principal, până în zona unde s-au răcit la 800°C*. În cele ce urmează se va prezenta un scenariu prin care trece o particulă de cărbune introdusă într-un mediu fierbinte. Apoi, se fac precizări privind gradul de conversie a azotului din combustibil spre NO.

Mecanismul de formare a NO_x dintr-o particulă de cărbune expusă unui mediu fierbinte este exemplificată în figura 4.1 [4.2].

Experimentele au arătat că, pentru același cărbune, la temperaturi mici, cota parte de azot degajată odată cu materiile volatile este redusă. Pe măsură ce temperatura se mărește, crește corespunzător și cota parte de azot degajată o dată cu volatilele. Din gudroane se vor dezvolta *compuși ușori pe bază de azot*, doar în cazul *pirolizei secundare*. Acești compuși fac parte din clasa aminelor (NH_3) sau a cianizilor (HCN). Aceste produse, la rândul lor se vor oxida formând NO în cazul când există oxigen în exces, sau se vor transforma ulterior în azot molecular, dacă atmosfera este reducătoare [4.2].

Cel de-al doilea produs al pirolizei este cocsul. Acesta mai conține puțin azot și anume, cu atât mai mult, cu cât particula conține un rest mai mare de volatile. În principiu, cu cât temperatura la care are loc piroliza este mai ridicată, cu cât durata

pirolizei este mai lungă și cu cât diametrul particulei este mai mic, cu atât se va reduce cantitatea de N care a mai rămas legat în cocsul rezidual. Cocsul rezultat va arde apoi, funcție de mărimea particulei, de reactivitatea sa, de temperatura gazelor și de cantitatea

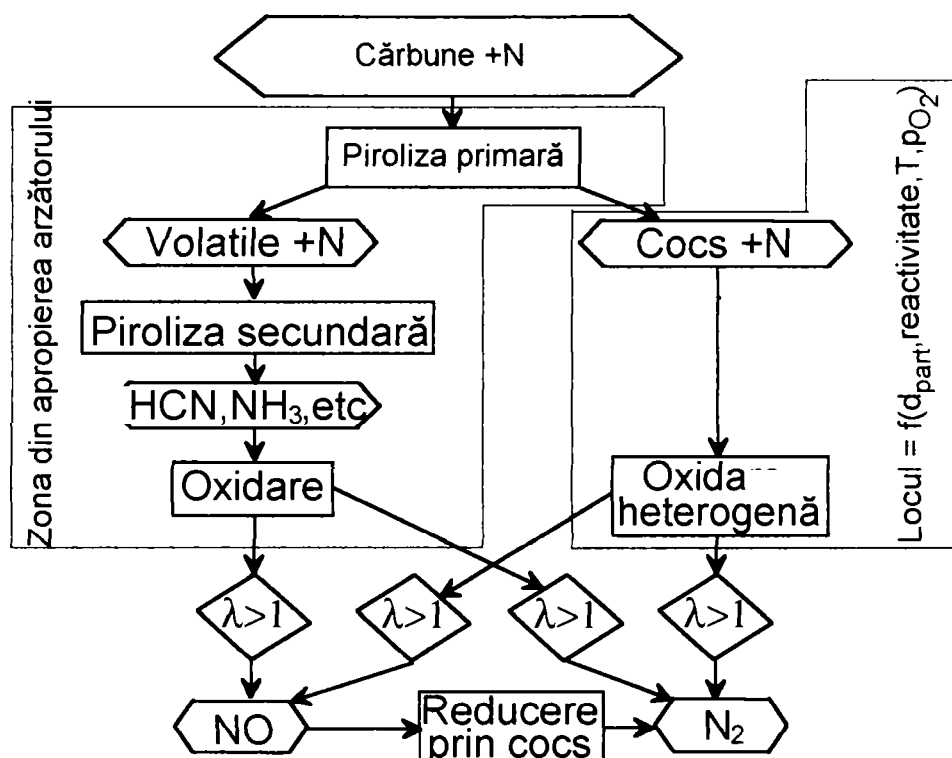


Fig.4.1 Mecanismul de formare a NOx dintr-o particulă de cărbune expusă în mediul fierbinte

de oxigen ce îi stă la dispoziție. Compușii care conțin azot și care sunt încă cuprinși în particulă se vor descompune la limita particulei sau în atmosfera gazoasă, formând NO sau N_2 , după cum atmosfera este oxidantă sau reducătoare [4.2]

Este știut că formarea oxidului de azot pe baza azotului rămas în cocs după piroliza primară este mai redusă ca pondere, în comparație cu cea generată de azotul eliberat o dată cu materiile volatile, având în vedere efectul catalizator al cocsului.[4.2].

Încă din momentul începerii încălzirii particulei se produce prima etapă a pirolizei, denumită *piroliză primară*. Astfel se eliberează, parțial sau integral, materiile volatile. Această etapă are o durată foarte mică și se petrece în *zona din imediata vecinătate a arzătorului*.

Această etapă durează aproximativ 30-50 μs în arzătoarele industriale, pentru care vitezele de încălzire sunt de ordinul $10^4 K/s$. Particula atinge temperatura de 300-400°C. Simultan se desfășoară procesul de degajare a volatilelor. Volatilele se degajă în imediata vecinătate a arzătoarelor[4.2]

În timpul pirolizei primare se degajă și o parte din azotul conținut în cărbune, sub formă de azot molecular. Cea mai mare parte din compușii ce conțin azot este constituită din gudroanele cu azot. Experimental s-a dovedit că viteza de degajare a azotului din cărbune este egală cu cea de degajare a gudroanelor. O dată cu creșterea temperaturii, crește și gradul de degajare a volatilelor[4.2]. *Gradul de conversie al azotului* reprezintă raportul masic dintre cantitatea de NO_x format și cantitatea maximă de NO_x $[(NO_x)_{max}]$,

care s-ar putea forma, dacă tot azotul din combustibil s-ar transforma în NO_x . De obicei, $(NO_x)_{\max}$ este considerat egal cu $(NO_2)_{\max}$.

$(NO_2)_{\max}$ care se poate produce din întreaga cantitate de azot conținută în combustibil se definește prin relația [4.2]:

$$(NO_2)_{\max} = \frac{N_c \cdot 46/14}{V_{gu}^o} \rho_g^o 1000 \text{ [mg/mcN]} \quad (4.16)$$

în care: N_c este cantitatea de azot din combustibil, în g/kg;
 ρ_g^o - densitatea gazelor de ardere, în kg/m_N^3 ;
 V_{gu}^o - masa gazelor uscate, în kg gaze/kg combustibil.

Gradul de conversie al azotului este cu atât mai mare cu cât conținutul de azot din combustibil este mai mic. Gradul de conversie scade într-o proporție mai mică decât creșterea conținutului de azot în combustibil. Aceste efecte se suprapun, astfel încât, global, se poate spune că emisia de NO_x este cu atât mai mare, cu cât conținutul de azot din combustibil este mai ridicat [4.2].

4.2.1.4 Formarea dioxidului de azot

Dioxidul de azot (NO_2) se formează prin oxidarea monoxidului de azot, proces care se desfășoară foarte lent în flacără și în canalele de gaze de ardere, dar foarte rapid în atmosfera liberă, datorită concentrației mari a oxigenului din aer și a luminii solare [4.2].

După Fenimore [4.2], cantitatea neînsemnată de dioxid de azot, ce se formează în flacără, rezultă din următoarea reacție:



fiind influențată, în special, de încetinirea rapidă a reacției de ardere.

În canalele de gaze și în coșul de fum, formarea dioxidului de azot, după Bodenstein, decurge conform reacției:



Ea este influențată de concentrația de oxigen, timpul de reacție și existența unor temperaturi în zonă mai mici de $650^\circ C$.

Transformarea monoxidului de azot în dioxid de azot poate avea loc și după reacții de forma:



care evidențiază aportul razelor ultraviolete (\mathbf{ruv}) în producerea acestei transformări. \mathbf{M} este un partener de acționare.

4.2.2 Efectele nocive ale oxizilor de azot

Din cantitatea totală de NO_x dezvoltată prin ardere, aproximativ 95% este sub formă de **monoxid de azot** (NO) și doar restul sub formă de **dioxid de azot** (NO_2). Eliminat în atmosferă, NO , în prezența oxigenului din aer și sub acțiunea razelor ultraviolete (\mathbf{ruv}), se transformă destul de repede în NO_2 , care este foarte toxic. În anumite condiții, NO_2 poate forma acid azotic, conform reacției [4.4]:



4.2.2.1 Efectele nocive ale oxizilor de azot asupra organismului uman

Prin agresivitatea și toxicitatea lor, oxizii de azot și acidul azotic sunt extrem de periculoși pentru organismul biologic uman. Ei atacă căile respiratorii, mucoasele, transformă oxihemoglobina în metahemoglobină, ceea ce poate duce la paralizii. O expunere mai îndelungată la acțiunea oxizilor de azot, chiar și la concentrații foarte mici de numai 0,05 ppm, slăbește organismul uman, sensibilizându-l foarte mult față de infecțiile bacteriene. Această influență este mai evidentă asupra sănătății copiilor [4.11].

4.2.2.2 Efectele nocive ale oxizilor de azot asupra mediului

Acidul azotic, format din NO_2 determină apariția mai multor tipuri de coroziune. Acidul azotic atacă construcțiile metalice provocând distrugerea lor. Acidul azotic formează azotați cu diferiți cationi, prezenți în atmosferă. Aceștia au o acțiune corozivă asupra cuprului, alamei, aluminiului, nichelului, distrugând rețelele electrice, telefonice etc. Astfel de procese pot avea loc chiar la concentrații foarte mici ale oxizilor de azot în atmosferă (0,08 ppm) [4.2].

Caracterul puternic oxidant și nitrurant al oxizilor de azot și acidului azotic este principala cauză a distrugerii de către aceștia a maselor plastice, lacurilor, vopselelor, utilizate ca materiale de protecție la instalații și construcții industriale. Este dovedită acțiunea NO_x asupra unor materiale specifice de construcție din grupa carbonaților, ca de exemplu marmura. Oxizii de azot pătrund prin microfisurile din aceste materiale, formează acolo nitrați, care, prin cristalizare, măresc fisurile, provocând distrugerea construcției [4.2].

Recent se acordă deosebită atenție produsului N_2O (protoxidul de azot). Deși se cunosc efectele sale nocive, nu s-a promulgat încă, în nici o țară, o legislație privind emisiile de N_2O , pentru protejarea mediului ambiant. N_2O este un gaz stabil care se descompune de-abia la 600°C în elementele N_2 și O_2 . În troposferă, pătura inferioară a atmosferei, deci până la circa 10 km deasupra pământului, se comportă ca și un gaz inert. Experimental s-a dovedit însă că măsurile primare și secundare, aplicate industrial pentru scăderea concentrației de NO_x în gazele de ardere, sunt aproape totdeauna însoțite de o producere de emisii secundare, nedorite ca CO , N_2O , NH_3 . Acest fenomen este un semnal de alarmă și își aduce o contribuție de până la 10% la creșterea anuală a concentrației de N_2O în troposferă. Alte surse generatoare de N_2O sunt: fenomenele naturale din pădurile tropicale și apele oceanelor, procesele de nitrificare-denitrificare determinate de îngrășămintele chimice, industria chimică și vehiculele rutiere [4.2].

Efectul nociv al N_2O este dublu. Întâi se amintește contribuția N_2O la **efectul de seră**. N_2O absoarbe spectre caracteristice în domeniul razelor ultraviolete (**ruv**), emise de pământ. Spectrul în domeniul 16-18 μm se suprapune peste spectrul de absorbție al CO_2 . În general, contribuția N_2O la încălzirea atmosferei terestre este de circa 4% [4.2].

Al doilea și de fapt cel mai nociv efect al N_2O , este contribuția sa la **distrugerea păturii protectoare de ozon** din stratosferă (10-15 km deasupra pământului). N_2O face parte din categoria gazelor inerte în troposferă, dar nocive în stratosferă, datorită efectului său catalitic în cadrul unor reacții fotochimice, ce dezvoltă radicali activi care atacă pătura de ozon. Fenomenul este puternic accentuat de faptul că durata de viață a N_2O este deosebit de mare (până la 180 ani). În stratosferă se absorb **ruv** cu lungimea de undă între 200 nm și 242 nm de către moleculele de O_2 . Rezultă disocierea acestora și producerea de ozon O_3 . [4.2].



unde M este un partener de activare [4.2].

Ozonul astfel format absoarbe **ruv** în domeniul 200-340 nm și se descompune în oxigen molecular și atomic, în cadrul fotolizelor. Dacă însă lungimile de undă sunt mai mici decât 310 nm, se formează oxigenul singular, în stare activată (O^*).



O^* atacă apoi N_2O , rezultând monoxidul de azot activat (NO^*):



Urmează reacția catalitică în care NO^* atacă ozonul:



Acesta este **ciclul Johnston-Crutzen** de distrugere a stratului de ozon. Ozonul este atacat și de alți radicali, ca de exemplu hidrocarburi pe bază de fluor și/sau clor. Cel mai important catalizator, ce contribuie cu aproximativ 25% la distrugerea stratului de ozon este radicalul NO^* , produs prin descompunerea protoxidului de azot (N_2O). [4.2].

4.3 EMISIA DE PULBERI

Particulele solide conținute în gazele de ardere se compun din cenușa zburătoare, cocs zburător și funingine. Comportarea particulelor în norul de praf depinde de o mulțime de factori și anume [4.2]:

- diametrul particulelor;
- distribuția mărimii particulelor;
- forma particulelor;
- viteza de sedimentare;
- proprietățile fizice (electrice, de aderență, de solubilitate) ale particulelor;
- concentrația prafului în mediul gazos.

Amestecurile bifazice praf-gaz sunt instabile și tind să se separe, în timp, în două componente (faze).

Factorii activi, principali, care provoacă această instabilitate sunt [4.2]:

- a) forța gravitațională, sub acțiunea căreia particulele solide se separă repede în fluide aflate în repaus;
- b) mișcarea browniană, datorită căreia particulele mici au tendința să coaguleze, formând particule mai mari și să accelereze astfel procesul de sedimentare;
- c) forța de inerție, care conduce la separarea fazei solide din faza gazoasă, ori de câte ori apar variații de viteză, ca mărime și sens;
- d) câmpul electric, sub acțiunea căruia particulele de praf se încarcă electric și pot fi astfel separate din curentul de gaze, cu ajutorul unor separatoare, ce au polaritate electrică de sens opus.

4.3.1 Efectele nocive ale pulberilor

4.3.1.1 Efectele nocive ale pulberilor asupra organismului uman

Cenușa zburătoare, eliminată prin coșul de fum al instalațiilor de ardere, **praful de cenușă fin**, antrenat de vânt din haldele de depozitare a cenușii și **praful de**

cărbune, provenit din haldele de cărbune sau din transportul și prepararea acestuia, constituie împreună o noxă solidă, care se găsește și sub formă de **aerosoli** [4.2].

În cazul în care cenușa are un conținut foarte redus de metale grele (Cr, Ni, Cd, As, Pb), aerosolii formați sunt netoxici. Sub aspect nociv, aceștia prezintă importanță numai atunci când particulele au dimensiuni mari. În acest caz, ele pot irita mucoasele oculare și ale căilor respiratorii. Mai importantă este activitatea de vehiculare a gazelor nocive și de înlesnire a exercitării efectelor periculoase ale acestora, la distanțe foarte mari de locul de emisie [4.2].

Aerosolii toxici constituie categoria de poluanți care au cele mai nocive efecte. Din fericire, cenușile conțin arareori Pb, F, As. Aerosolii toxici sunt constituiți din hidrocarburile policiclice aromatice, rezultate ca produse ale arderii incomplete și imperfecte a combustibililor. Asemenea aerosoli sunt foarte periculoși datorită acțiunii cancerigene a hidrocarburilor [4.2].

4.3.1.2 Alte efecte nocive ale pulberilor

Cenușile murdăresc și degradează mediul ambiant, se depun pe vegetație, clădiri, străzi și dau un aspect neplăcut. Depozitarea cenușii, rezultate prin arderea combustibililor fosili, în haldele de cenușă ale centralelor termoelectrice, scoate din circuitul agricol suprafețe apreciabile de teren, cu posibilități de restituire [4.11].

4.4 EMISIA DE OXIZI DE CARBON

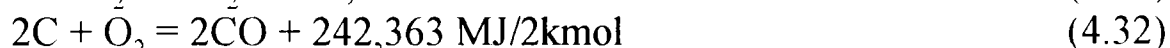
CO face parte din categoria noxelor care dăunează direct organismului uman, iar CO₂ din categoria noxelor care devin factori de influență ai climei.

4.4.1 Mecanisme de formare a oxizilor de carbon

Carbonul reprezintă elementul combustibil principal pentru lignit, procesul de ardere a carbonului fiind hotărâtor pentru procesul de ardere al lignitului.

La arderea carbonului pot avea loc următoarele reacții [4.1]:

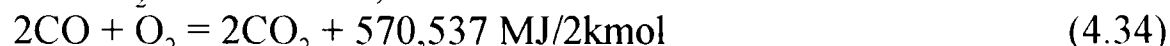
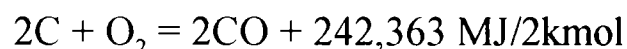
a) Formarea concomitentă de oxid și bioxid de carbon, ca rezultat al reacției de suprafață între carbon și oxigen:



b) Formarea inițială numai de bioxid de carbon și reducerea ulterioară parțială a bioxidului de carbon în oxid de carbon, datorită lipsei de oxigen:



c) Formarea inițială numai de oxid de carbon și oxidarea ulterioară a unei părți de oxid de carbon în bioxid de carbon:



4.4.2 Efectele nocive ale monoxidului de carbon

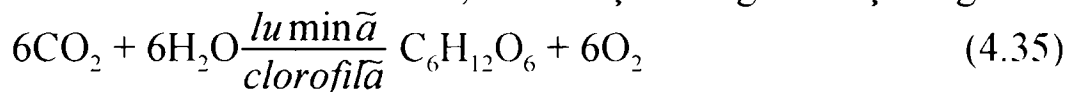
Monoxidul de carbon este unul dintre toxicii cu mare răspândire, atât în mediul industrial, cât și în mediul urban. Oxidul de carbon pătrunde în sânge datorită următoarelor proprietăți fizico-chimice: densitate apropiată de cea a aerului, difuzibilitate mare și afinitate ridicată a hemoglobinei pentru CO (de 210 ori mai mare comparativ cu O₂). Efectul principal este intoxicația. Primele semne de intoxicație cu oxid de carbon sunt

cefaleea, oboseala și amețea. Alte simptome sunt: anorexia, greața, apatia, insomnia, tulburări de memorie [4.11].

4.4.3 Efectele nocive ale dioxidului de carbon

Dioxidul de carbon este toxic numai în concentrații foarte mari (peste 5000 ppm). CO₂ influențează clima prin **efectul de seră** creat asupra pământului, contribuția care-i revine fiind apreciată la circa 50%. Până în prezent, nu există soluții tehnico-economice de combatere a emisiilor de CO₂. Pentru anul 2000, pe plan mondial se tinde să se limiteze emisia de CO₂ la nivelul celei din 1990 prin reducerea consumului de combustibili clasici și prin creșterea randamentului centralelor termice.

Din fericire, procesul de asimilare clorofiliană (fotosinteza) folosește CO₂ expirat de ființele vii sau eliminate din industrie, dând naștere la glucide și oxigen:



Prin efectele ei relația (4.35) poate fi numită " ecuația vieții [4.2] .

Bibliografie

- 4.1. Ungureanu, C.: *Generatoare de abur pentru instalații energetice clasice și nucleare*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1977.
- 4.2. Ionel, Ioana, Ungureanu, C.: *Termoenergetica și mediul*, Editura tehnică, București, 1996.
- 4.3. Ungureanu, C., Pănoiu, N., Zubcu, V., Ionel, Ioana.: *Combustibili și instalații de ardere*, Editura Politehnică, Timișoara, 1998.
- 4.4. Ionel, Ioana, Ungureanu, C.: *Arderea și combaterea poluării la cazane*, Curs universitar, Universitatea Tehnică Timișoara, 1994.
- 4.5. Ungureanu, C., Ionel, I., Goia, H.: *Considerații asupra noxelor gazoase emise de CET Oradea*, Energetica, seria A, nr.1, 1998, p.17-26.
- 4.6. Neaga, C.: *Calculul termic al generatoarelor de abur*, Editura Tehnică, București, 1988.
- 4.7. Pănoiu, N.: *Cazane de abur*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1982.
- 4.8. Pănoiu, N., Cazacu, C., Miheescu, L., Totolo, C., Epure, A.: *Instalații de ardere a combustibililor solizi*, Editura Tehnică, București, 1995.
- 4.9. Tumanov, S.: *Calitatea aerului*, Editura Tehnică, București, 1989.
- 4.10. Ursu, P., ș.a.: *Protejarea aerului atmosferic*, Editura Tehnică, București, 1978.
- 4.11. Lăzăroiu, Gh.: *Protecția atmosferei împotriva poluării*, Editura Printech, București, 1996.
- 4.12. Leca, A.: *Principii de management energetic*, Editura Tehnică, București, 1997.
- 4.13. Leca, A.: *Strategii posibile în energetica românească*, Energetica, Seria A, Nr.6, 1993, p.16 - 21.
- 4.14. Voicu, V. ș.a.: *Realizări recente în combaterea poluării în industrie*, Editura Tehnică, București, 1977.

- 4.14. Knorre, F.: *Procese de ardere în focare*, Editura Energetică de Stat, București, 1955.
- 4.15. Häfele, W.: *Energia - Problemă globală*, Editura Tehnică, București, 1997.
- 4.16. Ataman, E.: *Considerații asupra reducerii poluării cu NO_x*, Energetica, seria A, nr.2, 1993, p.75 - 78.
- 4.17. Ionel, I.: *Genesis of the nitrous oxide formation during the SNCR of the flue gas, by using ammonia as reducing agent*, Energetica, seria A, nr.5, 1994, p.229 -234.
- 4.18. Zamfir, N.: *Dezvoltare durabilă și protecție ecologică*, Editura Sitech, Craiova, 1996.
- 4.19. Gore, Al.: *Pământul în cumpănă*, Editura Tehnică, București, 1995.
- 4.20. Voina, I.: *Teoria și practica utilizării cenușilor de la centralele termoelectrice*, Editura Tehnică, București, 1981.
- 4.21. Roddatis, F.: *Instalații de cazane*, vol.2, Editura energetică de stat, București, 1955.
- 4.22. Flavin, C., Lenssen, N.: *Valul energetic, ghid pentru iminenta revoluție energetică*, Editura Tehnică, București, 1996.
- 4.23. Roberts, L., Liss, P., Saunders, P.: *Power Generation and Enviroment*, Oxford University Press, 1990.
- 4.24. Brasin, J.: *Fossil Steam Generator NO_x Control Update*, 1981 Proceedings of the EPRI/EPA Joint Symposium on Stationary Combustion NO_x Control, EPRI WS-70-220, 1981.
- 4.25. Rozendaal, C., Bunschoten, J., Meerkerk, A.: *Impact of coal quality and coal blending on the performance of unit 9 of the Amer Power Plant in the Netherlands*, Arnhem, 1996.
- 4.26. Levitt, J., ș.a.: *Conversion of Fuel-Nitrogen to Nitrogen Oxides in Fossil Fuel Combustion: Mechanistic Considerations*, MIT Energy laboratory report to EPA under FCR Program, 1978.
- 4.27. Luthi, K.: *Clean electricity from fossil fuels*, Asea Brown Boveri, Power Generation Ltd, dept.PTQ 5400 Baden, Switzerland.
- 4.28. Moțoiu, C., Lăzăroiu, Gh., Apostol, T.: *Emisia de SO₂ și reducerea ei*, Proceeding Tempus - Envirom, Universitatea de vară, Protecția mediului în România, p.331 - 334, București, 6-10 iunie, 1994.
- 4.29. Moțoiu, C., Lăzăroiu, Gh., Apostol, T.: *Modelarea producerii și reducerii oxizilor de azot la centralele electrice*, Revista Societății române pentru protecția atmosferei, SOROPA, nr.4, anul IV, 1995.
- 4.30. Lăzăroiu, Gh., Moțoiu, C.: *Emisia oxizilor de azot în focarele cazanelor*, Proceeding Tempus - Envirom, Universitatea de vară, Protecția mediului în România, p.325 - 330, București, 6-10 iunie, 1994.
- 4.31. Lăzăroiu Gh., Pănoiu, N.: *Formarea oxizilor de azot în focarele cazanelor*, Analele Universității Constantin Brâncuși Tg-Jiu, seria A, nr.2, p.141-146, Tg-Jiu, 1995.
- 4.32. Nenițescu, C.D.: *Chimie generală*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1972.
- 4.33. Twomey, S.: *Atmospheric Aerosolos*, New York, 1977.
- 4.34. Medeleanu, V.: *Contribuții privind depoluarea atmosferei cu oxizi de azot reziduali*, Teză de doctorat, Institutul Politehnic Timișoara, 1983.

METODE DE EVALUARE A EMISIILOR POLUANȚILOR DIN CENTRALELE TERMICE ȘI TERMOELECTRICE; EVALUAREA EMISIEI POLUANȚILOR LA C.T.E. ROVINARI

5.1 CALCULUL EMISIEI POLUANȚILOR

5.1.1 Metoda de evaluare operativă a emisiilor de SO₂, NO_x, pulberi și CO₂

Metodologia a fost elaborată de către Divizia de Strategie și Dezvoltare Economică (DSDE) a CONEL (Compania Națională de Electricitate din România), în deplină concordanță cu standardele în vigoare și se aplică în cadrul unităților CONEL sau în afară. Determinarea corectă a emisiilor de poluanți se face pe baza măsurătorilor efectuate cu aparatură specializată. În situația în care nu se dispune de această aparatură, pentru postevaluări pe diferite perioade de timp, inclusiv pentru întocmirea inventarelor și a rapoartelor statistice, pentru verificări ale încadrării în norme, precum și pentru elaborarea unor prognoze, evaluarea emisiilor se face pe bază de calcul, potrivit acestei metodologii [5.4].

Metoda de calcul se bazează pe consumul de combustibil și pe factorii de emisie. Factorul de emisie e reprezintă cantitatea de poluant evacuat în atmosferă, raportat la cantitatea de căldură introdusă odată cu combustibilul în cazan. Cantitatea de poluant evacuată în atmosferă (emisie) se determină cu relația:

$$E = BH_i e \text{ [kg]} \quad (5.1)$$

în care:

- E este cantitatea de poluant evacuat în atmosferă într-o anumită perioadă de timp, în kg;
- B - cantitatea de combustibil consumată în perioada respectivă, în kg;
- H_i - puterea calorifică inferioară a combustibilului inițial, în kJ/kg;
- e - factorul de emisie, în kg/kJ.

Pornind de la relația (5.1), prin raportarea cantității de poluant la durata de timp corespunzătoare, se poate calcula debitul emisiei m , exprimat, în general, în mg/s sau kg/h. Pentru diverși poluanți, factorii de emisie se determină experimental. Aceștia depind de caracteristicile combustibililor folosiți, de tipul constructiv al instalațiilor de ardere (cazan și instalații anexe) și de puterea termică a acestora. Factorii de emisie pot fi corecțai în funcție de schimbarea compoziției combustibililor și a tehnologiilor de ardere.

Metodele de calcul au în vedere situația la nivelul anului 1995 a centralelor termice din România, unde se aplică procedee clasice de ardere și nu există instalații de epurare a emisiilor. Pe măsura desfășurării programelor de re tehnologizare, a procedeelelor primare și secundare de reducere a emisiilor, în calculul factorilor de emisie se vor introduce amendamentele necesare. Cantitățile de combustibil precum și puterile calorifice aferente se vor determina pe loturi de combustibil. În calcul, la arderea cărbunilor, se face corecția cantității de combustibil prin excluderea conținutului de nearse în zgură și cenușă. În cazul utilizării mai multor tipuri de combustibil, cantitatea totală de poluant se determină prin însumarea emisiilor aferente fiecăruia din aceștia.

La calculele de prognoză, concentrația masică a poluanților C_{mi} , exprimată în $\text{mg}/\text{m}^3_{\text{N}}$, poate fi determinată cu relația:

$$C_{mi} = \frac{e}{F_v} [\text{mg}/\text{m}^3_{\text{N}}] \quad (5.2)$$

în care: e este factorul de emisie, exprimat în mg/GJ ;

F_v - factorul de volum, definit ca raportul dintre volumul total de gaze de ardere și cantitatea de căldură aferentă combustibilului introdus în cazan, în $\text{m}^3_{\text{N}}/\text{GJ}$.

Pentru combustibilii clasici folosiți în termoenergetică se indică următoarele valori ale factorului de volum: pentru lignit $F_v=480 \text{ m}^3_{\text{N}}/\text{GJ}$, pentru huilă $F_v=380 \text{ m}^3_{\text{N}}/\text{GJ}$, pentru păcură $F_v=290 \text{ m}^3_{\text{N}}/\text{GJ}$, respectiv pentru gaze naturale $F_v=320 \text{ m}^3_{\text{N}}/\text{GJ}$, pentru un conținut de 6% O_2 în gazele de ardere.

5.1.1.1 Poluantul SO_2

Factorul de emisie pentru dioxidul de sulf se determină cu relația următoare:

$$e_{\text{SO}_2} = \frac{M_{\text{SO}_2} \cdot s}{M_s \cdot 100} (1 - r) [\text{kg}/\text{kJ}] \quad (5.3)$$

unde: e_{SO_2} este factorul de emisie pentru SO_2 , în kg/kJ ;

M_{SO_2} - masa moleculară a SO_2 , în kg/kmol ;

M_s - masa moleculară a S, în kg/kmol ;

S - conținutul de sulf din combustibil, în %;

H_i - puterea calorifică inferioară a combustibilului, în kJ/kg ;

r - gradul de reținere a sulfului în zgură și cenușă.

În ce privește gradul de reținere se recomandă următoarele valori: pentru lignit $r = 0,2$, pentru păcură și gaze $r = 0$. Pentru calculele de prognoză, conținutul de sulf se recomandă: pentru lignit $s = 1,15$, pentru păcură din țară $s = 1,0$, respectiv pentru păcură din import $s = 3,0$ sau chiar mai mult în funcție de rezultatele analizelor curente care se fac cu ocazia livrării păcurii.

5.1.1.2 Poluantul NO_x

Pentru calculul emisiei de NO_x se folosesc următorii factori de emisie [5.1]:

a) Pentru cazane cu putere termică 50-100 MW_t :

- lignit $e_{100}^{\text{NO}_x} = 200 \text{ g}/\text{GJ}$;

- păcură $e_{100}^{\text{NO}_x} = 190 \text{ g}/\text{GJ}$;

- gaze naturale $e_{100}^{\text{NO}_x} = 130 \text{ g}/\text{GJ}$.

b) Pentru cazane cu putere termică 100-300 MW_t :

- lignit $e_{100}^{\text{NO}_x} = 220 \text{ g}/\text{GJ}$;

- păcură $e_{100}^{\text{NO}_x} = 210 \text{ g}/\text{GJ}$;

- gaze naturale $e_{100}^{\text{NO}_x} = 150 \text{ g}/\text{GJ}$.

c) Pentru cazane cu putere termică $> 300 \text{ MW}_t$:

- lignit $e_{100}^{\text{NO}_x} = 260 \text{ g}/\text{GJ}$;

- păcură $e_{100}^{\text{NO}_x} = 280 \text{ g}/\text{GJ}$;

- gaze naturale $e_{100}^{\text{NO}_x} = 170 \text{ g}/\text{GJ}$.

la care s-a aplicat corecția de oxigen, pentru o sarcină de 100% a cazanului.

Puterea termică $[MW_t]$ se determină prin produsul dintre debitul de combustibil introdus în cazan, în kg/s sau m^3_N/s și puterea calorifică inferioară a combustibilului, în MJ/kg sau MJ/m^3_N .

Pentru calculul emisiei la sarcini parțiale ($> 50\%$), se aplică corecția indicată de relația:

$$e_x^{NO_x} = e_{100}^{NO_x} \left[a + (1 - a) \frac{L - 50}{50} \right] \quad [kg/kJ] \quad (5.4)$$

în care:

- $e_x^{NO_x}$ - factorul de emisie la sarcina x, în kg/kJ;
- $e_{100}^{NO_x}$ - factorul de emisie la sarcina 100%, în kg/kJ;
- L - sarcina cazanului, în % ;
- a - coeficient în funcție de tipul combustibilului și anume:
 - 0,5 pentru cărbune pulverizat;
 - 0,75 pentru păcură;
 - 0,5 pentru gaze naturale.

5.1.1.3. Poluantul cenușă (pulbere)

Factorul de emisie specific poluantului cenușă se determină cu relația:

$$e_{cenușă} = \frac{A(1-x)(1-y)}{H_i^i} \quad [kg/kJ] \quad (5.5)$$

în care: $e_{cenușă}$ este factorul de emisie pentru cenușă, în kg/kJ ;

- A - conținutul de cenușă în cărbune, în % ;
- x - gradul de reținere a cenușii în focar, în % de masă ;
- y - randamentul instalației de reținere a prafului, în % ;
- H_i^i - puterea calorifică inferioară a combustibilului, în kJ/kg.

5.1.1.4. Poluantul CO₂

Factorul de emisie specific poluantului CO₂ se determină cu relația:

$$e_{CO_2} = \frac{\frac{M_{CO_2}}{M_c} \frac{C}{100}}{H_i^i} \quad [kg/kJ] \quad (5.6)$$

în care: e_{CO_2} este factorul de emisie pentru CO₂, în kg/kJ;

- M_{CO_2} - masa moleculară a CO₂, în kg/kmol;
- M_c - masa moleculară a C, în kg/kmol;
- C - conținutul de carbon din combustibil, în % masice;
- H_i^i - puterea calorifică inferioară a combustibilului, în kJ/kg.

5.2 Evaluarea producției de poluanți la C.T.E. Rovinari

Sunt considerate emisii dirijate, emisiile poluante evacuate prin coșuri de fum sau guri de ventilație. C.T.E. Rovinari are trei coșuri de fum. La coșul de fum CF1, având înălțimea de 200 m și diametrul la vârf de 6 m, sunt racordate cazanele grupurilor energetice de 200 MW (grupul nr.1 și grupul nr.2). La coșul de fum CF2, având înălțimea de 250 m și diametrul la vârf de 8 m, sunt racordate cazanele grupurilor energetice nr.3 și nr.4 de 330 MW, iar la coșul de fum nr.3, având înălțimea de 250 m și diametrul la vârf de 8 m, sunt racordate cazanele grupurilor energetice nr.5 și nr.6 de 330 MW.

Determinarea corectă a emisiilor de poluanți se face pe baza măsurătorilor efectuate cu aparatură specializată. Dintre emisiile de poluanți, o importanță deosebită din punct de vedere al protecției mediului înconjurător, o prezintă emisiile de pulberi-cenușă zburătoare (cu efecte la scară locală), emisiile de SO₂ și NO_x (cu efecte sinergice la scară regională) și emisiile de CO₂ (cu efecte la scară globală), care sunt urmărite în mod special.

În situația în care nu se dispune de aparatură specializată de măsurare, pentru postevaluări pe diferite perioade de timp, pentru verificări ale încadrării în norme, precum și pentru elaborarea unor prognoze, evaluarea emisiilor se face pe bază de calcul. Evaluarea emisiilor de poluanți la C.T.E. Rovinari la nivelul anului 1999 s-a făcut pe bază de calcul, folosind metoda generală de calcul care se bazează pe consumul de combustibil și pe factorii de emisie și prin măsurători efectuate împreună cu ICPET București și ICEMENERG București.

Producția de energie a C.T.E. Rovinari în anul 1999 a fost:

- energie electrică 2.802.365 MWh;
- energie termică 11.125 Gcal.

La nivelul anului 1999 caracteristicile surselor de poluare au fost:

Coșul de fum nr.2(CF2)

- H = 250 m;
- Dc = 8 m;
- W_{ga} = 19,25 m/s;
- T_{ga} = 142 °C;
- D_{ga} = 1.340.191 m_N³/h;
- Emisia (t/an) în anul 1999 :
 - SO₂ = 22.599,29
 - NO_x = 3.122,66
 - pulberi = 3.987,53
- Ore de emisie = 5.510.

Pentru calculul caracteristicilor surselor de poluare în anul 1999, s-au utilizat următoarele date:

a) Caracteristicile combustibililor (prezentate în tabelul 5.1) :

Tabelul 5.1

Combustibil	Putere calorifică [kj/kg];[kj/m ³ _N]	A ⁱ [%]	S ⁱ [%]	W _t ⁱ [%]	CH ₄ [%]
Cărbune	7677,2	27,3	0,94	42,6	-
Păcură	38469,8	0,1	1,97	-	-
Gaze naturale	33661	-	-	-	97,17

Restul componentelor combustibililor nu au importanță pentru calcul.

b) Date despre echipamentul de epurare

- tip : electrofiltru ;
- capacitate instalată : 2 x 1.698 mii m³_N/h;
- randament proiectat : 99,13 % ;
- randament real : 98 % ;

CAZANUL C3

- Debit mediu de abur :	204,44	kg/s ;
- Capacitate calorică totală :	673	Gcal/h;
- Timp de funcționare :	5.510	ore ;
- Date asupra consumului de combustibil :		
a) cărbune		
- debit:	91,67	kg/s ;
- cantitate anuală folosită :	1.818.300	t/an.
b) păcură		
- debit :	0,77	kg/s ;
- cantitate anuală folosită:	15.428	tone ;
c) gaze naturale		
- debit :	1,95	m ³ _N /s ;
- cantitate anuală folosită :	38.625	mii m ³ _N ;
- Poluanți generați		
- SO ₂ :	22.599,22	tone ;
- NO _x :	3.122,66	tone ;
- pulberi :	3.987,53	tone ;
- volum total de gaze evacuate :	7.384.454	mii m ³ _N .

Alimentarea centralei cu cărbune s-a realizat direct de la exploatările miniere (Roșia, Pinoasa, Rovinari) cu ajutorul benzilor transportoare). Păcura a fost achiziționată de la SC ARPECHIM SA PITEȘTI și OIL TERMINAL CONSTANȚA, iar gazele naturale din import.

Emisiile în atmosferă pe cazanul C3 în anul 1999 sunt prezentate în tabelul 5.2.

Tabelul 5.2 (tone)

Luna	SO ₂	NO _x	CO ₂	CO	Pulberi
Ianuarie	2.105,24	279,18	119.622,53	18,29	136,29
Februarie	1.918,76	247,70	107.321,53	16,27	346,82
Martie	3.076,54	427,13	179.647,94	27,22	565,77
Aprilie	1.043,12	144,13	62.626,73	9,58	209,03
Mai	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Iunie	612,24	81,94	36.494,59	5,51	112,18
Iulie	2.290,92	307,67	128.425,60	19,11	478,10
August	2.189,18	319,18	135.404,22	20,43	283,58
Septembrie	1.478,48	214,47	91.491,43	14,24	278,49
Octombrie	3.012,63	412,92	172.274,22	26,14	702,02
Noiembrie	2.773,36	389,84	163.674,70	24,46	490,11
Decembrie	2.098,76	298,44	125.300,13	19,26	385,08
TOTAL	22.599,29	3.122,66	1.322.283,67	200,56	3.987,53

CAZANUL C4

În anul 1999 grupul energetic nr.4 a fost oprit pentru efectuarea unor lucrări de reparații cu modernizări. Caracteristicile surselor de poluare la nivelul anului 1999 au fost:

Coșul de fum nr.3(CF3)

- H = 250 m ;
- D = 8 m ;
- $W_{ga} = 20,62$ m/s ;
- $T_{ga} = 140$ °C ;
- $D_{ga} = 1.472.350$ m_N³/h ;
- Emisia (tone/an) în anul 1999:
 - SO₂ = 30.627,87
 - NO_x = 4.111,03
 - pulberi: 1.677,95

În anul 1999, în perioada 01ianuarie - 30 noiembrie, grupul energetic nr.5 a fost oprit pentru efectuarea lucrărilor de reparații la turbina F1C 330.

Pentru calculul caracteristicilor surselor de poluare în anul 1999, s-au utilizat următoarele date:

CAZANUL C5

- Debit mediu de abur : 212,5 kg/s ;
- Capacitate calorică totală : 673 Gcal/h ;
- Timp de funcționare : 46 ore;
- Date asupra consumului de combustibil
 - a) cărbune
 - debit: 84,4 kg/s ;
 - cantitate anuală folosită : 13.984 tone ;
 - b) păcură
 - debit: 0,694 kg/s ;
 - cantitate anuală folosită : 115 tone ;
 - c) gaze naturale
 - debit : 1,94 m_N³/s ;
 - cantitate anuală folosită : 322 mii m_N³ ;
- Poluanți generați
 - SO₂ : 159,56 tone ;
 - NO_x : 21,54 tone ;
 - pulberi : 8,73 tone ;
- Volum total de gaze evacuate : 46.476 mii m_N³ ;

CAZANUL C 6

- Debit mediu de abur : 228,89 kg/s ;
- Capacitate calorică totală : 673 Gcal/h;
- Timp de funcționare : 5870 ore ;
- Date asupra consumului de combustibil
 - a) cărbune
 - debit : 88,61 kg/s ;
 - cantitate anuală folosită : 1.872.849 tone ;

- b) păcură
- debit : 0,77 kg/s ;
 - cantitate anuală folosită : 16.460,3 tone ;
- c) gaze naturale
- debit : 1,95 m³_N/s;
 - cantitate anuală folosită : 41.148 mii m³_N;
- Poluanți generați
- SO₂ : 30.468,31 tone ;
 - NO_x : 4.089,49 tone;
 - pulberi : 1.669,22 tone;
- Volum total de gaze evacuate : 8.665 mii m³_N;

Consumul de combustibil al centralei în anul 1999 este prezentat în tabelul 5.3.

Tabelul 5.3.

Nr. crt.	Tip combustibil	Cantitate
1	Cărbune	3.705.133 tone
2	Păcură	32.003,3 tone
3	Gaze naturale	80.105.000 m ³ _N

Emisiile în atmosferă evaluate pe cazanul C5 în anul 1999 sunt prezentate în tabelul 5.4 iar emisiile în atmosferă evaluate pe cazanul C6 în anul 1999 sunt prezentate în tabelul 5.5.

Tabelul 5.4 (tone)

Luna	SO ₂	NO _x	CO ₂	CO	Pulberi
Decembrie	159,56	21,54	9.086,81	1,35	8,73
TOTAL	159,56	21,54	9.086,81	1,35	8,7

Tabelul 5.5 (tone)

Luna	SO ₂	NO _x	CO ₂	CO	Pulberi
Ianuarie	3.587,23	446,75	182.368,96	26,90	204,58
Februarie	3.294,23	389,23	161.671,55	23,29	164,28
Martie	1.797,62	214,49	92.129,35	12,79	83,30
Aprilie	1.165,76	150,54	64.113,49	9,46	68,93
Mai	677,68	100,10	41.204,86	6,16	42,33
Iunie	2.909,27	389,77	162.061,58	23,93	165,35
Iulie	2.638,83	357,33	145.591,59	21,22	172,60
August	3.492,85	514,87	209.366,54	30,34	142,07
Septembrie	2.173,32	311,29	130.272,95	14,97	127,60
Octombrie	2.649,95	357,58	146.478,44	21,44	145,87
Noiembrie	3.565,09	504,24	204.966,50	29,76	201,65
Decembrie	2.516,41	353,25	145.287,87	21,49	149,72
TOTAL	30.468,31	4.089,49	41.685.513,	246,30	1.669,22

Concentrația medie lunară evaluată de poluanți la cazanul C5 în anul 1999 este prezentată în tabelul 5.6.

Tabelul 5.6

Luna	SO ₂ (mg/m ³ _N)	NO _x (mg/m ³ _N)	Pulberi (mg/m ³ _N)	CO (mg/m ³ _N)	Volum gaze umede (mii m ³ _N /lună)	Volum gaze uscate (mii m ³ _N /lună)
Decembrie	4.083,14	551,44	223,43	34,67	46.476	39.078
TOTAL	4.083,14	551,44	223,43	34,67	46.476	39.078

Concentrația medie lunară evaluată de poluanți la cazanul C6 în anul 1999 este prezentată în tabelul 5.7.

Tabelul 5.7

Luna	SO ₂ (mg/m ³ _N)	NO _x (mg/m ³ _N)	Pulberi (mg/m ³ _N)	CO (mg/m ³ _N)	Volum gaze umede (mii m ³ _N /lună)	Volum gaze uscate (mii m ³ _N /lună)
Ianuarie	4.443,87	553,44	253,43	33,33	1.081.347	807.231
Februarie	4.410,22	521,10	219,94	31,19	981.117	746.955
Martie	4.565,52	544,77	211,56	32,49	534603	393.740
Aprilie	4.463,33	576,38	263,83	36,24	336.478	261.187
Mai	4.077,23	602,31	260,14	37,11	219.025	188.213
Iunie	4.352,01	583,07	247,36	35,80	794.614	668.489
Iulie	4.537,20	614,40	296,77	36,49	690.643	581.601
August	4.521,71	666,53	183,92	38,28	929.931	772.465
Septembrie	4.065,98	582,39	238,73	36,43	662.484	534.516
Octombrie	4.142,07	558,83	228,01	33,51	764.884	638.767
Noiembrie	4.350,00	615,26	246,05	36,32	978.813	819.561
Decembrie	4.450,41	624,74	264,80	38,02	691.480	565.436
TOTAL	4.379,41	587,81	239,92	35,40	8.665.419	6.957.161

Concentrația medie lunară evaluată de poluanți pe cazanul C3 în anul 1999 este prezentată în tabelul 5.8.

Tabelul 5.8.

Luna	SO ₂ (mg/m ³ _N)	NO _x (mg/m ³ _N)	Pulberi (mg/m ³ _N)	CO (mg/m ³ _N)	Volum gaze umede (mii m ³ _N /lună)	Volum gaze uscate (mii m ³ _N /lună)
Ianuarie	3.826,27	507,41	247,72	33,24	719.310	550.206
Februarie	3.919,80	506,04	708,53	33,25	667.671	489.506
Martie	3.759,99	522,02	691,47	33,27	1.094.586	818.233
Aprilie	3.782,30	522,62	757,84	34,77	351.651	275.781
Mai	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Iunie	3.788,39	507,05	694,15	34,13	202.252	181.812
Iulie	4.260,90	572,25	888,23	35,55	663.074	537.662
August	4.203,43	612,86	544,51	39,24	667.872	520.810
Septembrie	3.891,03	564,46	732,84	37,50	536.012	378.873
Octombrie	3.837,44	525,98	894,23	33,30	971.629	785.062
Noiembrie	3.822,54	551,38	683,20	34,60	853.653	707.034
Decembrie	3.776,42	536,86	692,73	34,65	656.744	555.903
TOTAL	3.908,70	540,06	689,67	34,68	7.384.454	5.781.791

La nivelul anului 1999, C.T.E. Rovinari a avut următoarele volume de gaze de ardere și concentrații de poluanți în emisie evaluate (tabelul 5.9):

Tabelul 5.9

Nr. coș	V _{ga} x 1000 (m ³ _N)	SO ₂ (mg/m ³ _N)	NO _x (mg/m ³ _N)	Pulberi (mg/m ³ _N)	Ore emisie
2	7.384.454	3.908,70	540,08	689,67	5510
3	8.711.895	4.321,27	569,62	231,67	5871

Se menționează faptul că aceste concentrații s-au calculat prin raportarea cantității anuale de poluant (exprimată în mg) la volumul de gaze umede evacuate la coș V_{ga}, în condiții normale (la 0 °C și 760 mmHg) cu un conținut de O₂ în gazele de ardere de 6 % (conform normelor naționale pentru centrale funcționând pe combustibili solizi).

Cantitatea de cenușă rezultată prin arderea combustibililor solizi în anul 1999 este prezentată în tabelul 5.10.

Tabelul 5.10

(tone)

	Reținută în focar	Reținută în electrofiltru	Evacuată în atmosferă	Vândută	Depozitată în haldă
Trim. I	32.524,69	181.652,08	1.501,04	-	214.176,77
Trim. II	14.199,47	79.650,81	596,79	220	93.850,28
Trim. III	28.843,54	161.965,00	1.484,44	62	190.746,54
Trim. IV	35.503,28	199.103,07	2.083,18	10	234.596,35
TOTAL	111.070,98	622.370,96	5.665,45	292	733.369,95

Zgura și cenușă rezultată în urma arderii combustibilului se evacuează hidraulic, prin pompă într-o singură treaptă, la depozitele centralei în vederea depozitării definitive.

Depozitele centralei sunt: Balta Uncheaşului , Cicani(tip - de şes) și Beterega (tip - de coastă).Depozitele de zgură și cenuşă se află la 2 - 5 km distanță de centrală și ocupă o suprafață de 260 ha (balta Uncheaşului 38 ha, Cicani 138 ha, Beterega 84 ha).

Pentru urmărirea comportării construcțiilor, depozitele sunt prevăzute cu foraje piezometrice, borne de tasare, foraje pentru supravegherea calității apei freatică.

Suprafața de teren ocupată de depozite:

- active : Cicani 53 ha;
Beterega 68 ha;
- închise : Balta Uncheaşului 38 ha.

Capacitatea de stocare estimată la sfârșitul anului 1999 este 850.000 m³ :

- Cicani 50.000 m³;
- Beterega 800.000 m³ în compartimentul 1.

Prin supraînălțări succesive ale compartimentelor de la cota 160,00 mdMB cotă dig de bază, la cota 172,00 mdMB, depozitul Beterega va asigura un volum de depozitare de circa 15 mil. m³.

Stabilizarea cenușii pe compartimentele depozitelor scoase temporar de sub sarcini tehnologice sau în supraînălțare, se face prin umectare prin vărsările existente.Pentru stabilizarea taluzurilor depozitului Beterega, s-au realizat leștări drenate pe taluzul exterior și coronamentul digului de la cota + 164 mdMB(cota absolută față de nivelul mării).

În luna septembrie 1999, autorul a participat la măsurătorile făcute de ICEMENERG BUCUREȘTI și ICPET BUCUREȘTI. pentru determinarea concentrației poluanților în gazele de ardere la cazanul C6. Rezultatele acestor măsurători sunt prezentate în tabelul 5.11.

Tabelul 5.11

Parametru	U.M.	08.09.1999	09.09.1999
Putere electrică	Mw	310	315
Nr.mori în funcțiune	Buc.	4	5
Debit abur cazan	kg/s	270,83	266,6
Electrofiltrul nr.1 Analiză gaze arse			
CO	mg/m ³ _N	90	77
NO _x	mg/m ³ _N	324	337
SO ₂	mg/m ³ _N	5.233	3.872
Pulberi	mg/m ³ _N	185	222
Electrofiltrul nr.2 Analiză gaze arse			
CO	mg/m ³ _N	215	324
NO _x	mg/m ³ _N	273	325
SO ₂	mg/m ³ _N	5.877	3.602
Pulberi	mg/m ³ _N	200	615*
Medie pulberi EF1 ,EF2	mg/m ³ _N	192,5	418,5*

*Probele s-au efectuat cu CÂMP 2 ZONA 2 la electrofiltrul nr.2 Jiu scoasă de sub tensiune.

*Valorile concentrației noxelor în gazele de ardere evacuate la coș sunt raportate la 6% O₂ în gazele de ardere.

La cazanul nr.6 în perioada aprilie 1994-decembrie 1995, s-au executat lucrări de re tehnologizare, care au inclus și realizarea unei soluții de modernizare pentru electrofiltre, constând în:

- înlocuirea racordului de intrare axial cu un racord de intrare pe sus, pentru o reținere preliminară ;
- amplasarea sitelor de uniformizare în racordul de ieșire, pentru uniformizarea curgerii gazelor în electrofiltre ;
- amplasarea sistemelor de dirijare a fluxului de gaze în zona grinzilor de acoperiș, buncăre, platforme interioare ;
- înlocuirea în totalitate a grinzilor de acoperiș pentru o mai bună geometrie și rezistență și amenajarea lor la un pas mărit ;
- mărirea deschiderii la partea inferioară a buncărelor de la 300 mm la 400 mm, pentru evitarea blocărilor de praf în buncăre ;
- înlocuirea în totalitate a echipamentului interior de la un pas de 250 mm la un pas de 350 mm pentru creșterea eficienței de reținere ;
- înlocuirea integrală a instalației electrice și de automatizare.

În vederea stabilirii performanțelor electrofiltrelor după lucrările de modernizare, ICPET BUCUREȘTI și GSCI-LMT au efectuat măsurători pentru determinarea gradului de reținere și a concentrației de cenușă la ieșirea din electrofiltre. Concentrația de cenușă la ieșirea din electrofiltre s-a determinat prin măsurători gravimetrice cu sonda izocinetică. Atât în secțiunea de intrare în electrofiltre cât și în cea de ieșire au fost efectuate analize de gaze de ardere, determinări de temperaturi și presiune statică.

Probele s-au efectuat în două etape:

- în prima etapă s-au efectuat măsurători la debitul cazanului de 255,91 kg/s, cu 5 mori în funcțiune, la un debit de combustibil de 118,82 kg/s, cu un lignit cu puterea calorică inferioară de 7100 kJ/kg ;
- în a doua etapă s-au efectuat măsurători la debitul cazanului de 259,11 kg/s, cu 4 mori în funcțiune, la un debit de combustibil de 83,88 kg/s, cu un lignit cu puterea calorică inferioară de 9569,5 kJ/kg.

ELECTROFILTRUL NR.1 (DEAL)

1.Parametrii de funcționare ai cazanului

	<u>Proba 1</u>	<u>Proba 2</u>
- Debit abur viu	255,91 kg/s	259,11 kg/s
- Temperatură abur viu	522,6 °C	517,5 °C
- Presiune abur viu	180 bar	180 bar
- Temperatură apă de alimentare	240 °C	200 °C
- Presiune apă de alimentare	229,2 bar	235,4 bar
- Debit combustibil solid	118,82 kg/s	83,88 kg/s
- Debit zgură uscată inclusiv nearse	1,53 kg/s	1,36 kg/s
- Debit cenușă inclusiv nearse înainte PAR	25,69 kg/s	15,94 kg/s
- Debit aer la intrarea în cazan	522,99 kg/s	470,25kg/s
- Temperatură aer aspirație VA	15,8 °C	30 °C

- Debit gaze de ardere înainte de electrofiltru	205,56m ³ _N /s	199,48m ³ _N /s
- Temperatură gaze de ardere înainte de electrofiltru	165,8 °C	159 °C
- Debit cenușă înainte de electrofiltru	11,58 kg/s	7,17 kg/s
- Concentrația de cenușă la intrarea în electrofiltru	0,056 kg/m ³ _N	0,035kg/m ³ _N
- Debit gaze de ardere la ieșirea din electrofiltru	217,84m ³ _N /s	219,71m ³ _N /s
- Temperatură gaze de ardere după electrofiltru	163 °C	158,4 °C

2. Analiza compoziției gazelor de ardere

Analiza gazelor înainte de electrofiltru

	<u>Proba 1</u>	<u>Proba 2</u>
- CO	0,02 %	0,00 %
- CO ₂	11,9 %	11,72 %
- O ₂	7,42 %	7,66 %
- N ₂	80,66 %	80,62 %
- exces de aer	1,53	1,56

Analiza gazelor după electrofiltru

- CO	0,01 %	0,00 %
- CO ₂	11,00 %	11,46 %
- O ₂	8,45 %	7,94 %
- N ₂	80,55 %	80,62 %
- exces de aer	1,63	1,59

3. Analiza elementară combustibil solid

- carbon	21,53 %	27,31 %	
- hidrogen	2,25 %	2,49	%;
- sulf	1,00 %	1,1	%;
- oxigen	8,72 %	9,87	%;
- azot	0,60 %	0,70	%;
- umiditate	43,40 %	38,70	%;
- cenușă	22,50 %	19,80	%;
- putere calorifică	7100 kJ/kg	9569,5	kJ/kg.

4. Analiza chimică zgură și cenușă

- carbon nears în zgură	7,3 %	32,2	%;
- putere calorifică nearse din zgură	31.779,4 kJ/kg	31.779,4	kJ/kg;
- carbon nears în cenușă	0,85 %	1,07	%;
- putere calorifică nearse din cenușă	29.270,5 kJ/kg	29.270,5	kJ/kg.

5. Parametrii gazelor de ardere la ieșirea din electrofiltru

- greutate specifică gaze de ardere	1,344 kg/m ³ _N	1,346	kg/m ³ _N ;
- viteza gazelor în secțiunea de măsură	11 m/s	11,09	m/s;
- concentrația de cenușă	170 mg/m ³ _N	116,98	mg/m ³ _N ;

- suprafața secțiunii de măsură	19,8 m ²	19,8	m ² ;
- presiunea statică	-278,0mmCA	-280	mmCA.
Gradul de reținere	99,69 %	99,67	%.

În cazul funcționării C.T.E. Rovinari la încărcare maximă în anul 1999(4 grupuri energetice x 330 MW, timp de funcționare 365 zile x 24 ore/zi = 8760 ore/an), cantitățile de noxe evaluate evacuate în atmosferă ar fi fost următoarele:

Cazan C3

- Debit mediu de abur :	204,44	kg/s;
- Timp de funcționare :	8.760	ore;
- Date asupra consumului de combustibil :		
a) cărbune :		
- debit :	91,66	kg/s;
- cantitate anuală folosită :	2.890.800	tone.
b) păcură :		
- debit :	0,77	kg/s;
- cantitate anuală folosită:	24.528	tone.
c) gaze naturale :		
- debit :	1,95	m ³ _N /s;
- cantitate anuală folosită :	61.407.600	m ³ _N ;
- Poluanți generați :		
- SO ₂ :	35.929,17	tone;
- NO _x :	4.964,52	tone;
- pulberi :	6.339,52	tone;
- Volum total de gaze evacuate :	12.659.064	mii m ³ _N .

Cazan C4

- Debit mediu de abur :	204,44	kg/s ;
- Timp de funcționare :	8.760	ore ;
- Date asupra consumului de combustibil :		
a) cărbune :		
- debit :	86,11kg/s ;	
- cantitate anuală folosită :	2.715.600	tone.
b) păcură :		
- debit :	0,72	kg/s;
- cantitate anuală folosită :	22.766	tone.
c) gaze naturale :		
- debit:	1,95	m ³ _N /s;
- cantitate anuală folosită :	61.320.000	m ³ _N ;
- Poluanți generați :		
- SO ₂ :	33.751,64	tone;

- NO _x :	4.663,64	tone;
- pulberi :	5.955,3	tone;
- Volum total de gaze evacuate :	11.891.848	mii m ³ _N .

Cazan C5

- Debit mediu de abur :	212,5	kg/s;
- Timp de funcționare :	8.760	ore;
- Date asupra consumului de combustibil :		
a) cărbune :		
- debit :	84.44	kg/s;
- cantitate anuală folosită :	2.663.040	tone;
b) păcură :		
- debit :	0,694	kg/s;
- cantitate anuală folosită :	21.900	tone.
c) gaze naturale :		
- debit :	1,95	m ³ _N /s;
- cantitate anuală folosită :	61.320.000	m ³ _N .
- Poluanți generați :		
- SO ₂ :	30.385,77	tone;
- NO _x :	4.101,96	tone;
- pulberi :	1.662,49	tone;
- Volum total de gaze evacuate :	8.850.646	mii m ³ _N .

Cazan C6

- Debit mediu de abur :	228,89	kg/s;
- Timp de funcționare :	8.760	ore;
- Date asupra consumului de combustibil :		
a) cărbune :		
- debit :	88,61	kg/s;
- cantitate anuală folosită :	2.794.440	tone.
b) păcură :		
- debit :	0,77	kg/s;
- cantitate anuală folosită:	24.528	tone.
c) gaze naturale :		
- debit :	1,95	m ³ _N /s;
- cantitate anuală folosită :	61.407.600	m ³ _N ;
- Poluanți generați :		
- SO ₂ :	45.461,16	tone;
- NO _x :	6.101,84	tone;
- pulberi :	2.490,61	tone;
- Volum total de gaze evacuate :	12.929.495	mii m ³ _N .

În cazul funcționării C.T.E. Rovinari la *încărcare maximă*, la nivelul anului 1999, s-ar fi înregistrat următoarele volume de gaze de ardere și poluanți în emisie (tabelul 5.12):

Tabelul 5.12

Nr. coș	$V_{ga} \times 1000$ (m^3_N)	SO ₂ (mg/m^3_N)	NO _x (mg/m^3_N)	Pulberi (mg/m^3_N)	Ore de emisie
2	24.550.912	2.838,21	392,17	500,79	8.760
3	21.780.141	3.482,39	568,49	190,69	8.760

În cazul funcționării C.T.E. Rovinari la *încărcare minimă* (un singur grup energetic de 330 MW , timp de 365 zile x 24 ore/zi = 8760 ore), considerând grupul energetic nr.5 re tehnologizat , la nivelul anului 1999, s-ar fi înregistrat următoarele volume de gaze de ardere și poluanți în emisie evaluate (tabelul 5.13):

Tabelul 5.13

Nr. coș	$V_{ga} \times 1000$ (m^3_N)	SO ₂ (mg/m^3_N)	NO _x (mg/m^3_N)	Pulberi (mg/m^3_N)	Ore de emisie
3	8.850.646	3.433,17	463,46	187,83	8.760

În tabelul 5.14 este prezentată centralizat situația poluanților în emisie în cazul încărcărilor minimă, medie și maximă a C.T.E. Rovinari(valori determinate pe bază de calcul) comparativ cu valorile admise de legislația în vigoare.

Tabelul 5.14

Noxa	Valori admise (mg/m^3_N)	Valori la încărcarea minimă a centralei (mg/m^3_N)	Valori la încărcarea medie a centralei coș CF2 (mg/m^3_N)	Valori la încărcarea medie a centralei coș CF3 (mg/m^3_N)	Valori la încărcarea maximă a centralei coș CF2 (mg/m^3_N)	Valori la încărcarea maximă a centralei coș CF3 (mg/m^3_N)
SO ₂	400	3.433,17 depășire limită cu 758 %	3.908,7 depășire limită cu 877 %	4.231,27 depășire limită cu 957 %	2.838,21 depășire limită cu 609 %	3.482,39 depășire limită cu 770 %
NO _x	400	463,46 depășire limită cu 16 %	540,08 depășire limită cu 35 %	569,62 depășire limită cu 42,4 %	392,17 încadrare în valoarea admisă	568,49 depășire limită cu 42%
Pulberi	100	187,73 depășire limită cu 87,3 %	689,67 depășire limită cu 589%	231,67 depășire limită cu 131 %	500,79 depășire limită cu 400 %	190,69 depășire limită cu 90 %

Emisiile evaluate de CO se încadrează în limita admisă ($250 \text{ mg/m}^3_{\text{N}}$) pentru toate situațiile de funcționare ale centralei analizate (încărcare minimă, medie și maximă).

Analizând rezultatele măsurătorilor de noxe efectuate împreună cu ICPET BUCUREȘTI și ICEMENERG BUCUREȘTI pentru coșul de fum CF3 (tabelul 5.11) și comparându-le cu valorile admise de legislația în vigoare, respectiv cu valorile obținute prin calcul, se pot face următoarele aprecieri:

- concentrația măsurată a CO în gazele de ardere ($90 \text{ mg/m}^3_{\text{N}}$; $77 \text{ mg/m}^3_{\text{N}}$) ca și concentrația evaluată pe bază de calcul ($35,40 \text{ mg/m}^3_{\text{N}}$) se încadrează în limita admisă de legislația în vigoare ($250 \text{ mg/m}^3_{\text{N}}$);

- concentrația măsurată a NO_x în gazele de ardere ($324 \text{ mg/m}^3_{\text{N}}$; $337 \text{ mg/m}^3_{\text{N}}$) se încadrează în limita admisă ($400 \text{ mg/m}^3_{\text{N}}$) în timp ce concentrația evaluată pe bază de calcul depășește valoarea admisă cu 16% (încărcare minimă a centralei), 42,4% (încărcare medie a centralei) și 42% (încărcare maximă a centralei). Depășirea limitei admise în cazul valorilor calculate poate fi explicată prin faptul că "Metoda de evaluare operativă a emisiilor de poluanți" nu permite obținerea unor rezultate foarte exacte.

- concentrația măsurată a SO_2 în gazele de ardere ($5233 \text{ mg/m}^3_{\text{N}}$; $3872 \text{ mg/m}^3_{\text{N}}$) depășește cu 1308% și 968% valoarea admisă ($400 \text{ mg/m}^3_{\text{N}}$) în timp ce concentrația evaluată pe bază de calcul depășește valoarea admisă cu 758% (încărcare minimă a centralei), 957% (încărcare medie a centralei) și 770% (încărcare maximă a centralei). Aceste valori se pot explica prin conținutul ridicat de S_c al combustibilului;

- concentrația măsurată a pulberilor în gazele de ardere ($185 \text{ mg/m}^3_{\text{N}}$; $222 \text{ mg/m}^3_{\text{N}}$) depășește cu 85% și 122% valoarea admisă ($100 \text{ mg/m}^3_{\text{N}}$) în timp ce concentrația evaluată pe bază de calcul depășește valoarea admisă cu 87,3% (încărcare minimă a centralei), 131% (încărcare medie a centralei) și 90% (încărcare maximă a centralei). Aceste valori, se pot explica prin funcționarea electrofiltrelor la parametri tehnici care nu corespund cerințelor legislației în vigoare privind protecția mediului înconjurător. Pentru încadrarea în normele admise se impune continuarea lucrărilor de modernizare a electrofiltrelor.

Bibliografie

5.1. Ionel, Ioana, Ungureanu, C.: *Termoenergetica și mediul*, Editura Tehnică, București, 1996.

5.2. Ionel, Ioana, Ungureanu, C.: *Arderea și combaterea poluării la cazane*, Curs universitar, Universitatea Tehnică, Timișoara, 1994.

5.3. Neaga, C.: *Calculul termic al generatoarelor de abur*, Îndrumar, Editura Tehnică, București, 1988.

5.4. Țuțuianu, O., Anghel, M.: *Metodologie de evaluare operativă a emisiilor de SO_2 , NO_x , pulberi (cenușă zburătoare) și CO_2 din centralele termice și termoelectrice*, PE-100/1994, ICEMENERG, București, 1994.

5.5. ***** *Îndreptar pentru stabilirea dimensiunilor coșurilor de fum ale termocentralelor în vederea asigurării dispersiei poluanților*.

5.6. ***** *Steam its generation and use*, Editors: Steven, C., Stulyz and John, B., The Babcock & Wilcox Company, Barberton, Ohio, USA, 1992.

5.7. *Legea protecției mediului 137/30.12.1995*.

5.8. ABB C-E Services, Inc, *NO_x Emissions Controls for Gas and Oil - Fired Boilers*, ABB C-E Services, Inc, Windsor, Connecticut.

5.9. Racoceanu, C.: *Studiul de audit pentru C.T.E. Rovinari*, Referat nr.2 teza de doctorat, Universitatea Politehnica Timișoara, 1997.

5.10. Racoceanu, C., Paliță, V., Cruceru, M., Diaconu, B.: *Cercetări privind emisia de noxe rezultate la arderea ligniților inferiori la C.T.E. Rovinari*, Simpozionul "2000-Mileniul Mediului", Tg-Jiu, 10 mai 2000.

5.11. Racoceanu, C., Diaconu, B., Paliță, V., Cruceru, M.: *Aspecte privind emisia de noxe rezultate la arderea ligniților la C.T.E. Rovinari*, lucrare trimisă spre publicare, Simpozionul internațional UNIVERSITARIA ROPET 2000, Petroșani, 12 octombrie 2000.

METODE DE EVALUARE A DISPERSIEI POLUANȚILOR DIN CENTRALELE TERMICE ȘI TERMOELECTRICE; EVALUAREA DISPERSIEI POLUANȚILOR LA C.T.E. ROVINARI

6.1. FACTORII DETERMINANȚI AI DISPERSIEI POLUANȚILOR

Atmosfera este destinația tradițională a evacuării prin coșuri de fum a gazelor și particulelor în suspensie indezirabile.

O masă de poluanți evacuată în atmosferă, este supusă unui proces de dispersie care determină scăderea concentrației de poluanți, pe măsura depărtării de sursă.

Dispersia poluanților depinde de o serie de factori care acționează simultan [6.17]:

- factori ce țin de sursa de poluare;
- factori meteorologici;
- factori topografici.

6.1.1 Factori ce țin de sursa de poluare

Factorii care caracterizează sursa de emisie a poluanților sunt [6.17]:

- înălțimea fizică a coșului de evacuare ;
- diametrul la vârf al coșului de evacuare ;
- viteza și temperatura de evacuare a gazelor ;
- cantitatea de poluant evacuată pe unitatea de timp ;
- proprietățile fizico-chimice ale poluantului.

6.1.2 Factori meteorologici

Factorii care caracterizează mediul aerian în care are loc emisia de poluanți și care determină împrăștierea pe orizontală și pe verticală a poluanților sunt [6.17]:

- temperatura ;
- condițiile de stabilitate atmosferică ;
- umiditatea ;
- starea de turbulență a aerului atmosferic ;
- vântul ;
- norii.

Cunoașterea frecvenței cu care se realizează într-o zonă dată, acele situații atmosferice care frânează sau favorizează difuzia poluanților, permite estimarea posibilităților de dispersie, precum și determinarea calitativă și cantitativă a concentrațiilor de poluanți.

6.1.2.1 Temperatura

6.1.2.1.1 Temperatura în atmosferă

Profilul temperaturii în straturile inferioare ale atmosferei determină stabilitatea acesteia, adică gradul în care turbulența indusă de vânt, relieful terestru sau diferențele de densitate, se va propaga în atmosferă [6.39].

Poluarea atmosferei afectează stratul inferior al acesteia, troposfera, strat având o altitudine de aproximativ 15 km la ecuator și 10 km la poli. În acest strat, temperatura scade cu circa $6,5^{\circ}\text{C}/\text{km}$, iar convecția verticală menține o turbulență relativ ridicată [6.40].

6.1.2.1.2 Inversiunea de temperatură

Situația în care temperatura atmosferei crește cu altitudinea, este extrem de importantă în studiul fenomenelor de poluare a aerului. În cazul unei inversiuni de temperatură stabilitatea atmosferei este maximă, deci dispersia poluanților este foarte redusă. Inversiunea de temperatură poate să apară de exemplu noaptea, când solul se răcește mai ales atunci când cerul este degajat și în prezența unui vânt puțin intens [6.39].

6.1.2.1.3 Înălțimea maximă de amestec

Înălțimea maximă de amestec este altitudinea maximă până la care, datorită încălzirii atmosferei în timpul zilei, este posibil amestecul poluanților, ținând seama de efectul inversiunii. Înălțimea maximă de amestec, este de fapt, altitudinea la care temperatura atmosferei egalează temperatura pe care ar avea-o atmosfera neutră [6.17].

6.1.2.2 Condițiile de stabilitate atmosferică

Stabilitatea termică a atmosferei este determinată de raportul dintre gradientul de temperatură existent în atmosferă (dT/dZ) și gradientul de temperatură adiabatic, care reprezintă variația temperaturii unei mase de aer ce se deplasează vertical, fără schimb de căldură cu aerul cu care se învecinează [6.39].

Considerând aerul gaz ideal, se poate scrie:

$$p = \rho RT/M_a = mRT/vM_a \quad (6.1)$$

în care: ρ - densitatea aerului, în kg/m^3 ;
 $R=8310$ constanta generală a gazului perfect, în J/Kmol K ;
 $M_a=28,97$ masa moleculară a aerului, în kg/kmol .

Variația presiunii cu altitudinea se determină cu relația:

$$\frac{dp(z)}{dz} = -\rho g \quad (6.2)$$

și ținând seama de (5.26):

$$\frac{dp(z)}{dz} = -\frac{gM_a p}{RT} \quad (6.3)$$

Dilatarea unei mase de aer care se ridică în atmosferă, va fi determinată de descreșterea presiunii cu altitudinea și de schimbul de căldură cu aerul înconjurător. În condițiile unui schimb de căldură neglijabil cu aerul înconjurător, dilatarea face ca temperatura masei de aer considerate să scadă.

Relația dintre temperatura masei de aer și cea a aerului învecinat, va determina ascensiunea, coborârea, sau atingerea unei poziții de echilibru a celei dintâi. Variația temperaturii în atmosferă cu altitudinea, determină, deci, gradul în care se realizează amestecul unei mase de aer poluat. Gradientul de temperatură adiabatic este o proprietate fundamentală a atmosferei și servește ca profil de temperatură de referință, cu care sunt comparate profilele de temperatură existente în atmosferă [6.39].

Pentru calculul gradientului adiabatic de temperatură se scrie principiul I al termodinamicii:

$$dU = dQ - dW \quad (6.4)$$

în care: dQ - energia schimbată de sistem sub formă de căldură;
 $dU=C_v dT$ variația energiei interne;
 dW - variația lucrul mecanic.

Relația (6.4) se rescrie având în vedere relația (6.1) și considerând procesul adiabatic:

$$C_v dT = \frac{mRT dp}{M_a p} - \frac{mR}{M_a} dT \quad (6.5)$$

Relația (5.30) devine:

$$\frac{dT}{dp} = \frac{\frac{mRT}{pM_a}}{C_v + \frac{mR}{M_a}} \quad (6.6)$$

Dar $\frac{dT}{dz} = \frac{dT dp}{dp dz}$ și relația (5.31) devine:

$$\frac{dT}{dz} = -\frac{mg}{C_v + \frac{mR}{M_a}} = -\frac{g}{C_v + \frac{R}{M_a}} \quad (6.7)$$

Ținând seama de relația lui Mayer : $c_p = c_v + \frac{R}{M_a}$ relația (6.7) se poate scrie:

$$\frac{dT}{dz} = -\frac{g}{c_p} = -\Gamma \quad (6.8)$$

Valoarea constantei Γ (gradientul de temperatură adiabatic) este $0,986^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ pentru aer uscat. Dacă aerul conține umiditate:

$$c_p = (1-\alpha) + c_{p\text{apa}} \quad (6.9)$$

în care α este conținutul de umiditate, în %.

Gradientul de temperatură din straturile inferioare ale atmosferei, are o influență importantă asupra mișcării verticale a aerului. Dacă gradientul de temperatură măsurat în atmosferă, este egal cu gradientul adiabatic, o masă de aer deplasată vertical va fi întotdeauna în echilibru cu aerul învecinat (echilibru indiferent). Această situație, în care forțele ascensionale nu influențează mișcarea verticală, este rar întâlnită și atmosfera este fie instabilă (forțele ascensionale amplifică deplasarea verticală), fie stabilă (forțele ascensionale amortizează deplasarea verticală).

Să presupunem că o masă de aer cald începe să se ridice în atmosferă, în care temperatura descrește cu altitudinea mai repede decât Γ . Notând cu ρ densitatea masei de aer și cu ρ^l densitatea aerului învecinat, accelerația masei de aer este [6.39]:

$$a = g \frac{\rho - \rho^l}{\rho} \quad (6.10)$$

sau

$$a = g \frac{T^l - T}{T^l} \quad (6.11)$$

deci masa de aer va continua să se ridice atât timp cât $T > T^l$.

Accelerația poate fi exprimată în funcție de gradientii de temperatură astfel:

$$a = \frac{g \left(\frac{dT}{dz} - \frac{dT^l}{dz} \right) dz}{T^l} \quad (6.12)$$

Notând $-\Lambda = \frac{dT^l}{dz}$ (gradientul de temperatură existent în atmosferă), relația (6.12) se poate scrie:

$$a = \frac{g}{T^l} (\Lambda - \Gamma) \quad (6.13)$$

Masa se aer va continua ascensiunea atâta timp cât $\Lambda > \Gamma$, respectiv o masă de aer mai rece decât aerul înconjurător va continua să coboare atâta timp cât $\Lambda > \Gamma$. Deoarece atâta

într-un caz cât și în celălalt, deplasarea verticală este intensificată de forțele ascensionale atât timp cât $\Lambda > \Gamma$, atmosfera cu aceste caracteristici este numită instabilă, iar gradientul de temperatură pentru aceste condiții este numit supraadiabatic. Pe de altă parte, dacă o masă de aer care se ridică, se răcește mai repede cu altitudinea decât aerul învecinat, se va atinge o înălțime pentru care, temperatura masei de aer considerate va fi egală cu cea a aerului învecinat. În acest caz, pentru $\Lambda > \Gamma$ sensul accelerației se opune mișcării masei de aer și atmosfera este numită stabilă, iar gradientul de temperatură pentru aceste condiții este numit subadiabatic.

6.1.2.3 Vântul

Dintre factorii meteorologici care determină dispersia poluanților, hotărâtori sunt vântul, caracterizat prin direcție și viteză și stratificarea termică a atmosferei. Vântul este o mișcare de aer provocată de diferențe de presiune, cauzate la rândul lor de diferențe de temperatură [6.17].

Din punct de vedere al mișcării aerului, atmosfera poate fi divizată pe verticală în două părți. Primul strat, care se întinde de la sol până la aproximativ 500 m, constituie stratul limită planetar. În acest strat sunt percepute efectele provocate de configurația suprafeței terestre, iar direcțiile și vitezele vântului sunt dependente de gradientul orizontal de presiune, de eforturile de forfecare și forțele de tip Coriolis. Deasupra stratului limită planetar se află stratul geotrofic, în care numai gradientul orizontal de presiune și forțele Coriolis influențează deplasarea maselor de aer. În stratul limită planetar se face simțit efectul forțelor de frecare cu suprafața terestră, iar unghiul dintre direcția vântului geotrofic și cea a vântului din stratul limită planetar crește cu altitudinea. Direcția vântului este elementul care determină direcția de deplasare a masei de poluant. Concentrația poluanților este maximă pe axa vântului și descrește substanțial odată cu depărtarea de ea. Difuzia poluanților nu are loc imediat ce aceștia părăsesc coșul de fum. Datorită vitezei proprii de ieșire a jetului de gaze de ardere, a diferenței de temperatură dintre cea de evacuare a gazelor și cea a mediului, până de poluant își continuă mișcarea ascendentă până își pierde viteza inițială, iar temperatura sa o egalează pe cea a mediului [6.17].

Înălțimea fizică a coșului plus supraînălțarea penei de poluant, constituie înălțimea efectivă a coșului de fum. Viteza vântului determină valoarea concentrației de poluant atât direct, cât și prin intermediul înălțimii efective a penei de poluant. Valoarea concentrației la nivelul solului, este, în anumite limite, invers proporțională cu valoarea vitezei vântului. Creșterea vitezei vântului are ca efect scăderea înălțimii efective a penei de poluant și în consecință, creșterea concentrației sale. Există o valoare critică a vântului, specifică fiecărei surse de emisie staționară, pentru care se obține cea mai mare concentrație de poluant. Viteza vântului în stratul limită planetar crește în funcție de altitudine. Se acceptă pentru profilul vitezei vântului o lege de tip exponențial:

$$\frac{u}{u_0} = \left(\frac{z}{z_0} \right)^p$$

în care:

- u - viteza vântului la o altitudine oarecare z;
- u₀ - viteza vântului la altitudinea z₀.

Coeficientul p depinde de starea atmosferei, aceasta fiind împărțită în șase clase de stabilitate, astfel [6.40]:

- clasa A: $p = 0,10$;
- clasa B: $p = 0,15$;
- clasa C: $p = 0,20$;
- clasa D: $p = 0,25$;
- clasa E: $p = 0,30$;
- clasa F: $p = 0,30$.

Calculul profilului vitezei vântului ținând seama de relieful terestru se face cu relația:

$$u(z) = 2,5v \ln \left(\frac{z+z_0}{z_0} \right) \quad (6.14)$$

în care: z_0 - lungime caracteristică ;
 v - viteză caracteristică.

Literatura de specialitate indică valori ale parametrilor z_0 și v în funcție de relieful terestru.

Pentru a putea preciza dispersia poluanților în atmosferă, trebuie cunoscute în prealabil direcția și viteza vântului, parametrii descriși de roza vânturilor.

Roza vânturilor indică direcția din care suflă vântul, direcția predominantă a rozei vânturilor fiind denumită vânt dominant.

6.1.2.3.1 Distribuția pe verticală a vitezei vântului

a) Atmosfera neutră

Se consideră că viteza vântului variază pe verticală după o lege logaritmică, similară celei din teoria turbulentă pe placa plană [6.39]:

$$\frac{u}{u_*} = \frac{l}{k} \ln \frac{u_* z}{v} \quad \text{sol neted} \quad (6.15)$$

$$\frac{u}{u_*} = \frac{l}{k} \ln \frac{z}{z_0} \quad \text{sol rugos} \quad (6.16)$$

unde: $u_* = \sqrt{\frac{\tau}{\rho}}$ este viteză de frecare;

k - constanta lui Karman;

τ - tensiune de frecare;

z_0 - lungime caracteristică a rugozității.

b) Gradientul de temperatură diferit de cel adiabatic

Se definește o scară de lungime (Monin și Obukhov);

$$L = \frac{u_*^3 \rho c_p T}{gkH} \quad (6.17)$$

în care: T - temperatura medie a stratului la suprafață ;
 H - fluxul mediu de căldură în direcție verticală ;
 c_p - căldura specifică izobară a aerului.

În funcție de valoarea fluxului termic H , există următoarele situații:

$H = 0$ - cazul gradientului de temperatură adiabatic ;

$H < 0$ și atmosferă stabilă $L > 0$;

$H > 0$ și atmosferă instabilă $L < 0$.

Legea de distribuție a vitezei are formula:

$$\delta u / \delta z = \frac{u_*}{kz} \Phi \left(\frac{z}{l} \right) \quad (6.18)$$

în care Φ ține seama de efectele de stabilitate termică. Pentru funcția Φ există mai multe formule de calcul:

$$\Phi^4 - \gamma \frac{z}{L} \Phi^3 = 1 \quad (\text{Kazanski, Panofski}) \quad (6.19)$$

$$\Phi = \frac{z}{L} \left[1 - \exp\left(-\frac{z}{L}\right) \right]^{-1} \quad (\text{Swinbanc}) \quad (6.20)$$

1.2.4 Starea de turbulență a aerului atmosferic

Un alt parametru determinant pentru difuzia poluanților este turbulența, care este intim legată de structura pe verticală a temperaturii aerului. Aceasta determină starea de stabilitate a atmosferei, care, la rândul ei, generează mișcările verticale ale aerului. Stabilitatea atmosferică este tendința de a se opune sau de a amplifica mișcarea verticală, sau în alți termeni, de a amortiza sau de a accentua turbulența indusă în atmosferă.

Componența termică a stabilității este descrisă de raportul existent între gradientul de temperatură din atmosferă și gradientul de temperatură adiabatic. Importanța relativă a turbulenței de origine termică față de cea mecanică, este descrisă de **numărul lui Richardson**, definit de raportul dintre **rata consumului de energie turbulentă termică și rata de producere de energie turbulentă mecanică**.

Expresia numărului lui Richardson este [6.39]:

$$R_i = \frac{g}{T} (\Lambda - \Gamma) \left(\frac{du}{dz} \right)^2 \quad (6.21)$$

Valorile numărului Richardson determină următoarele situații de stabilitate:

- $R_i > 0,25$ Inversiune puternică, vânt cu viteză, turbulență mecanică amortizată, dispersie redusă ;
- $0 < R_i < 0,25$ Stratificare termică stabilă, turbulență mecanică redusă ;
- $R_i = 0$ Numai turbulență mecanică, condiții neutre ;
- $-0,03 < R_i < 0$ Turbulență mecanică și convecție ;
- $R_i < -0,04$ Convecție predominantă, dispersie orizontală și verticală intensă, condiții instabile.

6.1.2.5 Umiditatea

Umiditatea aerului este consecința prezenței în atmosferă a apei sub formă de vapori de apă. Vaporii de apă provin din vaporizarea continuă a apei de pe scoarța Pământului. Presiunea atmosferică este suma presiunii aerului uscat și a presiunii aburului. Presiunea corespunzătoare vaporilor de apă va fi cu atât mai mare, cu cât în atmosferă va fi o cantitate mai mare de apă și va atinge maximum, când aerul va fi saturat.

Dacă aerul nu este saturat, atunci presiunea vaporilor de apă din el va exercita numai o presiune parțială din acea corespunzătoare saturației. Presiunea de saturație crescând cu temperatura, rezultă că și cantitatea de vapori de apă ce poate exista în atmosferă va crește cu aceasta. Ea va fi maximă numai când plouă, când este ceață și în

special toamna și iarna. În mod obișnuit, presiunea vaporilor de apă din atmosferă este inferioară presiunii de saturație. Deoarece cantitatea de apă vaporizată de pe scoarța Pământului este proporțională cu temperatura, rezultă că și presiunea vaporilor de apă din atmosferă va varia cu temperatura aerului atmosferic.

Datorită acestui fapt, variația anuală a vaporilor de apă din atmosferă are aceeași alură ca și variația anuală a temperaturii aerului exterior. Pentru același considerent ar rezulta că și variația zilnică a presiunii vaporilor de apă din atmosferă, prezintă valori minime dimineața și seara și valoarea maximă în jurul orei 14. Această situație nu este confirmată de măsurători, decât pentru anotimpul de iarnă, în lunile de vară, măsurătorile efectuate constatând, de regulă, o presiune a vaporilor de apă din atmosferă mai redusă la amiază, decât seara și dimineața. Această situație se datorește încălzirii intense a scoarței terestre în timpul verii spre orele 14, care dă naștere la curenți de aer verticali, puternici, ce ridică cu ei, în straturile superioare ale atmosferei și apa vaporizată pe suprafața solului [6.39].

Umiditatea relativă are o variație anuală și diurnă inversă decât a temperaturii aerului, iar factorii fizico-geografici au o influență mai redusă asupra ei. Particulele foarte mici cu diametrul de 10^{-7} μm până la 1 μm , provenite din condensarea sau din sublimarea diferitelor substanțe, aflate în suspensie sau dizolvate în aer, formează împreună cu aerul un așa-zis sistem coloidal. În această categorie intră fumul, ca o dispersie coloidală a unor particule solide și ceața ca o dispersie de același gen a unui fluid în aer [6.39].

6.1.3 Factori topografici

Factorii care caracterizează zona în care are loc emisia de poluanți sunt [6.17]:

- orografia ;
- rugozitatea terenului.

Diversele zone au posibilități diferite de dispersie, astfel încât aceeași cantitate de poluanți evacuați în atmosferă în condiții similare, pot duce la atingerea unor concentrații la sol diferite de la o zonă la alta, în funcție de caracteristicile atmosferice și orografice ale zonei respective. Solul este factorul de mediu care integrează toate consecințele poluării, el prezentând cea mai redusă variabilitate în timp.

Gazele acide evacuate prin arderea combustibililor fosili, se depun pe sol prin depunere uscată sau umedă și pot conduce la creșterea acidității acestuia, determinând perturbări ale proceselor sale de regenerare, modificarea compoziției, eliberarea ionilor metalici atipici (Al^{3+} , Cd^{2+}), cu efecte negative asupra vegetației și asupra apelor subterane și implicit, asupra omului. De remarcat că cenușa rezultată din arderea cărbunelui conține o serie de metale cu acțiune toxică: As, Cd, Pb, Mn, Hg, Ni, V, precum și elemente radioactive.

6.1.4 Schema Pasquill - Turner pentru determinarea claselor de stabilitate a atmosferei

Stabilitatea atmosferei este împărțită în șase clase, de la foarte instabil la stabil [6.37]:

1-foarte stabil ; 2-instabil; 3-puțin instabil; 4-neutru; 5-puțin stabil; 6-stabil.

Schema are ca parametrii inițiali viteza vântului determinată la înălțimea de 10 m, nebulozitatea totală și radiația solară incidentă, adică acei parametri care hotărăsc stratificarea aerului. În cadrul schemei se face o diferențiere între noapte și zi, iar în cursul zilei, între o radiație puternică, moderată și slabă. Prin noapte se înțelege intervalul de timp cuprins între o oră înainte de apusul soarelui și o oră după răsăritul soarelui.

Radiația solară puternică se definește ca fiind cea corespunzătoare unei înălțimi mai mare de 60° a soarelui cu cer senin. Radiația solară moderată corespunde unei înălțimi a soarelui cuprinsă între 35° și 60° , iar radiația solară slabă unei înălțimi a soarelui mai mică de 35° . În cadrul schemei, clasele de stabilitate pot trece din una în alta, în funcție de gradul de acoperire a cerului cu nori (nebulozitate), fiind știut că radiația solară este în strânsă interdependență cu nebulozitatea.

Pentru a putea aplica schema lui Pasquill și Turner pe teritoriul țării noastre s-a determinat atât intervalul de timp cât durează noaptea în cursul fiecărei luni a anului și s-a notat că "a", precum și înălțimea medie a soarelui în fiecare lună a anului și oră a zilei, notându-se cu "b", "c" și "d" radiația slabă, moderată și puternică (tabelul nr.6.2).

În funcție de viteza vântului de la înălțimea de 10 m luată în m/s, indicele de radiație și gradul de acoperire al cerului cu nori, în zecimi, se determină clasa de stabilitate a aerului conform tabelului 6.1 [6.37].

Tabelul 6.1

VITEZA VÂNTULUI m/s	NEBULOZITATEA TOTALĂ ÎN ZECIMI											
	a			b			c			d		
	0 - 4	5 - 9	10	0 - 5	6 - 9	10	0 - 5	6 - 9	10	0 - 5	6 - 9	10
0 - 1	6	5	4	4	2	2	1	2	4	1	1	4
2	6	5	4	3	3	4	2	3	4	1	2	4
3 - 4	5	4	4	3	3	4	2	3	4	2	2	4
5 - 6	4	3	4	4	4	4	3	4	4	3	3	4
> 7	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4

În concluzie, pentru determinarea clasei de stabilitate se indică următoarea metodologie:

- se determină cu un anemometru sau cu girueta viteza vântului, în m/s, ca medie a trei - cinci minute ;

- se stabilește nebulozitatea totală în zecimi (0 corespunde unui cer complet lipsit de nori, iar 10 unui cer acoperit complet) iar din tabelul nr. 6.2 se scoate indicele radiativ corespunzător lunii și orei. Este de menționat că ora din tabel corespunde orei din cursul iernii, pentru perioada de vară aceasta trebuind decalată conform hotărârilor de stat.

- cu viteza vântului, nebulozitatea totală și indicele radiativ se determină clasa de stabilitate a aerului din tabel.

De menționat că pentru un cer acoperit complet (nebulozitate 10 zecimi) indiferent de viteza vântului, atmosfera va fi stratificată neutru (clasa 4). De asemenea, pentru viteze ale vântului mai mari sau egale cu 7 m/s, indiferent de indicele radiativ și de nebulozitate, atmosfera va fi stratificată neutru (clasa 4), excepție făcând numai pentru indicele "d" și o nebulozitate mai mică de 5 zecimi (clasa 3).

Tabelul 6.2

ORA	Luna I	Luna II	Luna III	Luna IV	Luna V	Luna VI	Luna VII	Luna VIII	Luna IX	Luna X	Luna XI	Luna XII
1	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
2	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
3	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
4	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
5	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
6	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
7	a	a	a	a	b	b	b	b	a	a	a	a
8	a	a	b	b	c	c	c	b	b	b	a	a
9	a	b	b	c	c	c	c	b	b	b	b	a
10	b	b	c	c	c	c	c	c	c	b	b	b
11	b	b	c	c	d	d	d	c	c	c	b	b
12	b	c	c	d	d	d	d	c	c	c	c	b
13	b	b	c	c	d	d	d	c	c	c	b	b
14	b	b	c	c	c	c	c	c	c	b	b	b
15	b	b	b	c	c	c	c	c	b	b	b	b
16	a	b	b	b	c	c	c	b	b	b	a	a
17	a	a	b	b	b	b	b	b	a	a	a	a
18	a	a	a	a	b	b	b	a	a	a	a	a
19	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
20	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
21	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
22	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
23	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
24	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a

6.2 DISPERSIA POLUANȚILOR

6.2.1 Introducere

Procesele suferite de efluenții gazoși după evacuarea în atmosferă sunt extrem de complexe și cvasialeatorii, de la transformări și interacțiuni chimice cu componenții atmosferei, până la dispersie și difuzie sub acțiunea turbulenței atmosferice. Durata de viață în atmosferă a efluenților poluanți, are valori diferite de la un efluent la altul. Pentru fiecare poluant se definește timpul de înjumătățire, ca fiind intervalul de timp de la emisia în atmosferă a unei cantități de poluant, până când aceasta se reduce la jumătate [6.17].

Deși sursele de poluant sunt fixe în spațiu și debitul lor este aproximativ constant în timp, concentrația măsurată la receptor, numită imisie, poate avea fluctuații importante, determinate de condițiile atmosferice ale momentului.

Necesitatea reducerii poluării atmosferei, a dus la impunerea de către instituții guvernamentale a unor norme de calitate a aerului, care stabilesc valorile pe care concentrațiile medii, măsurate pe o durată de eșantioane precizată, nu trebuie să le depășească. Durata de eșantionare este un factor important, de care se ține seama atunci când se elaborează o strategie de control a emisiilor de poluanți, care să țină seama de mecanismele fundamentale de transport și de dispersie atmosferică.

Parametrul cel mai important care determină mecanismele de transport, difuzie și dispersie a poluanților, este starea generală a vremii, sau cu alte cuvinte, climatul. Climatul este caracterizat de proprietățile fizice ale maselor de aer (temperatură, densitate, gradient de temperatură) și de distribuția de presiuni, care determină vitezele și direcțiile vântului [6.17].

Ponderea cu care acești parametri influențează transportul și dispersia poluanților este foarte diferită. De exemplu, la viteze mari ale vântului, ar fi de așteptat ca poluanții să fie transportați la distanțe mari, dar vitezele mari ale vântului intensifică turbulența internă a penei de efluent și deci îmbunătățesc dispersia. Pe de altă parte, la viteze mici ale vântului pana de efluent se menține relativ compactă, supraînălțarea este mare și dispersia redusă, deci este probabil ca la distanțe mari de sursa de emisie să se înregistreze concentrații mai mari ca în cazul unor viteze ridicate ale vântului.

Nu lipsesc nici extrem de complexe mecanisme de tip "feed-back": turbulența atmosferică depinde de proprietățile maselor de aer și în special de gradul de stratificare pe verticală a temperaturii; gradientul de temperatură determină direcția și viteza vântului, distribuția nebulozității, iar gradul de nebulozitate determină măsura în care radiația solară modifică gradientul de temperatură. Gradul de nebulozitate determină de asemenea și nivelul reacțiilor fotochimice între diverși componenți ai atmosferei [6.17].

Toate acestea fac foarte dificilă elaborarea unui model determinist de dispersie și transport a poluanților (o strategie de calcul a priori a concentrației de poluant în diverse puncte în spațiu). Majoritatea modelelor se bazează pe ipoteze simplificatoare, măsurători experimentale și teorii statistice [6.17].

Principala problemă care trebuie soluționată în cazul emisiei de poluanți, este pe de o parte de a reduce nocivitatea acestora și cantitatea emisă în atmosferă, iar pe de altă parte de a asigura condițiile de emisie în atmosferă, astfel încât la revenirea efluentului la sol, concentrațiile să nu depășească valorile admisibile. Acest ultim aspect presupune interacțiunea a trei factori: mediul receptor, efluentul și condițiile de emisie.

Domeniul în care se desfășoară transportul și dispersia efluenților poluanți, este stratul limită atmosferic, situat între 500 și 1000 m deasupra solului. În mediul receptor au loc mișcări turbulente, ale căror legi trebuie cunoscute înainte de abordarea studiului dispersiei poluanților. În structura stratului atmosferic se disting două zone [6.17]. Prima dintre acestea, numită strat limită de suprafață, este situată între 50 și 100 m, iar în această zonă se presupune că gradientul de viteză și fluxul de căldură sunt independente de temperatură. În zona a doua, (de tranziție) situată între 500 și 1000 m, influența altitudinii este mai redusă, dar distribuția de viteze nu poate fi determinată neglijând forțele Coriolis. Stabilitatea atmosferei este determinată de profilul vitezei medii și al temperaturii, pentru viteze adoptându-se un profil logaritm. Valorile numerice ale diferiților parametri care caracterizează mișcarea turbulentă în atmosferă, nu sunt în general cunoscute cu precizie, pe de o parte datorită dificultăților și erorilor pe care le

presupune măsurarea lor, iar pe de altă parte, datorită fluctuațiilor foarte rapide și în general aleatorii.

Efluentul constă în general dintr-un amestec de particule solide, lichide și gazoase. Dintre gazele cel mai frecvent emise se pot cita compușii sulfului, azotului și carbonului cu oxigenul (SO_2 , SO_3 , NO , NO_2 , CO). Prezența în efluent a mai multor componente în faze de agregare diferite, are o dublă consecință: pe de o parte, face dificilă determinarea exactă a compoziției efluentului, iar pe de altă parte, nu exclude posibilitatea unor reacții chimice ulterioare emisiei, introducând în descrierea completă a efluentului un număr de variabile fizico-chimice suplimentare.

Condițiile de emisie nu pun în general probleme, fiind cunoscute pentru regimul nominal de funcționare al instalației.

Condițiile de emisie presupun cunoașterea caracteristicilor geometrice ale coșului, configurația reliefului, prezența de obstacole naturale sau artificiale în vecinătatea sursei și parametrii efluentului la emisie (temperatura, viteza de ieșire, compoziția).

6.2.2 Relațiile de calcul ale lui Pristley

În evoluția unei pene de efluent în atmosferă se disting trei faze, după importanța energiei atmosferei față de cea a efluentului [6.37].

Faza 1

Începe de la emisia efluentului în atmosferă și durează atât timp cât sursa de energie predominantă este cea a efluentului, mișcarea fiind determinată în principal de turbulența efluentului, cantitatea de mișcare și forța arhimedică (cauzată de diferența de densitate).

Faza 2

Se consideră că efluentul evoluează în faza a 2-a, atunci când energia sa proprie atinge același ordin de mărime cu cea a atmosferei. Axa penei își accentuează curbura și la sfârșitul fazei a 2-a devine practic orizontală.

Faza 3

În această fază pana și-a pierdut integral energia proprie, iar axa sa a atins o altitudine $H + \Delta H$. De la începutul acestei faze și până când efluentul atinge solul, singura sursă de energie care asigură transportul și difuzia poluantului este mișcarea atmosferică. $H_c = H + \Delta H$ este numită înălțime efectivă a coșului. Curgerea se desfășoară ca și cum mediul ar fi în repaus (față de sistemul de axe $Oxyz$), iar sursa ar avea coordonatele $H + \Delta H$ și x_c . Ținând seama de aceste faze, rezolvarea problemei se face în două etape:

1) Determinarea înălțimii efective a coșului, ținând seama de condițiile de emisie și caracteristicile efluentului;

2) Studiul dispersiei penei, ca o problemă de dispersie turbulentă în atmosferă, a unui debit de poluant emis de sursa virtuală S .

Studiul fazei a treia

Fie Γ proprietatea scalară care caracterizează sistemul de particule. Câmpul proprietății Γ este de forma $\Gamma(x, y, z)$. Valoarea medie a proprietății Γ :

$$\Gamma_m = \frac{1}{T} \int_t^{t+T} \Gamma dt \quad (6.22)$$

unde intervalul T se alege suficient de mare astfel încât Γ să nu depindă de el. Cu această proprietate, Γ poate fi scrisă:

$$\Gamma = \Gamma_m + \gamma^l \quad (6.23)$$

$$\gamma_m^l = 0$$

unde γ^l este pulsația proprietății.

Ecuția de conservare a proprietății Γ în absența surselor se scrie:

$$\frac{d}{dt} \int \Gamma(x,y,z) dV = 0 \quad (6.24)$$

sau

$$\int \frac{d}{dt} \Gamma(x,y,z) dV = 0 \quad (6.25)$$

Derivata totală a proprietății Γ în raport cu timpul este:

$$\frac{d\Gamma}{dt} = \frac{\partial \Gamma}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_i} (u_i \Gamma) \quad (6.26)$$

Ținând seama că:

$\Gamma = \Gamma_m + \gamma^l$ respectiv $u_i = u_m + u_i^l$, ecuația de mai sus se scrie:

$$\frac{\partial(\Gamma + \gamma^l)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_i} [(u_{i_m} + u_i^l)(\Gamma_m + \gamma^l)] = 0 \quad (6.27)$$

Se mediază relația de mai sus pe un interval oarecare T:

$$\frac{1}{T} \int_t^{t+T} \frac{\partial \Gamma}{\partial t} dt + \frac{1}{T} \int_t^{t+T} \frac{\partial}{\partial x_i} (u_i \Gamma) dt = 0 \quad (6.28)$$

și ținând seama de proprietățile mediei, relația devine succesiv:

$$\frac{\partial \Gamma}{\partial t} + \frac{1}{T} \int_t^{t+T} \frac{\partial}{\partial x_i} (u_{i_m} \Gamma_m + u_{i_m} \gamma^l + u_i^l \Gamma_m + u_i^l \gamma^l) dt = 0 \quad (6.29)$$

$$\frac{\partial \Gamma}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_i} (u_{i_m} \Gamma_m) + \frac{\partial}{\partial x_i} (u_i^l \gamma_m^l) = 0 \quad (6.30)$$

Se admite că $\gamma_m^l u_{i_m}^l = D_{ij} \frac{\partial \Gamma}{\partial x_j}$. Această ipoteză introduce tensorul de ordinul II D, numit tensorul difuzivității turbulente pentru proprietatea Γ . Introducând în ecuația (6.30) elementele matricii asociate tensorului, aceasta devine:

$$\frac{\partial \Gamma}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} (u_m \Gamma_m) + \frac{\partial}{\partial y} (v_m \Gamma_m) + \frac{\partial}{\partial z} (w_m \Gamma_m) = \frac{\partial}{\partial x} \left(k_x \frac{\partial \Gamma_m}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(k_y \frac{\partial \Gamma_m}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(k_z \frac{\partial \Gamma_m}{\partial z} \right) \quad (6.31)$$

6.2.3. Modelarea gaussiană a dispersiei

Modelul se bazează pe formulele clasice ale dispersiei gaussiene descrise de Pasquill (The estimation of dispersion of windborne material, *Meteorological Magazine* 90, 1063) [6.37]. Condiții de staționaritate:

- emisia efluentului continuă și uniformă;
- omogenitatea câmpului orizontal de viteze ale vântului;
- inexistența frecării în plan vertical.

Caracteristicile poluantului:

- gazul sau particulele au dimensiuni suficient de mici pentru ca efectul gravitației să poată fi neglijat;
- nu există transformări chimice;

- reflexia la sol este totală.

Se consideră că pe verticală și pe orizontală dispersia efluentului se face după o distribuție gaussiană, caracterizată de coeficienții de dispersie σ_y și σ_z .

Concentrația X într-un punct oarecare (x,y,z) din spațiu, se determină cu relația [6.37]:

$$X = \frac{Q}{u} f_1(x, y, S) f_2(x, z, S) D \quad (6.32)$$

în care:

- x - distanța de la sursă măsurată pe direcția vântului;
- y - distanța laterală față de axa penei;
- z - înălțimea față de sol;
- Q - debitul de poluant [g/s];
- u - viteza vântului la înălțimea coșului [m/s];
- $f_1(x, y, S)$ - termen de dispersie orizontală;
- $f_2(x, z, S)$ - termen de dispersie verticală;
- D - factor de degenerare;
- S - clasa de stabilitate.

Termenul de dispersie orizontală se determină cu relația [6.37]:

$$f_1(x, y, S) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma_y} \exp\left(-\frac{1}{2} \frac{y^2}{\sigma_y^2}\right) \quad (6.33)$$

Termenul de dispersie verticală se determină cu relația [6.37]:

$$f_2(x, z, S) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma_z} \left[\exp\left(-\frac{1}{2} \frac{(H-z)^2}{\sigma_z^2}\right) + \exp\left(-\frac{1}{2} \frac{(H+z)^2}{\sigma_z^2}\right) \right] \quad (6.34)$$

în care:

H - înălțimea efectivă a penei de poluant, care se determină cu relația:

$H = h_{co} + \Delta H$. Termenul de degenerare este de forma: $D = \exp\left(-\Psi \frac{x}{u}\right)$ în care Ψ este constanta de timp care caracterizează fenomenul de dispariție a unui poluant. Dacă $T_{0,5}$ este timpul de înjumătățire al unui poluant, $\Psi = \frac{0,963}{T_{0,5}}$.

La nivelul solului ($z = 0$) termenul de dispersie verticală devine:

$$f_2(x, 0, S) = \frac{2}{\sqrt{2\pi} \sigma_z} \exp\left(-\frac{1}{2} \frac{H^2}{\sigma_z^2}\right)$$

iar concentrația la nivelul solului devine:

$$X(x, y, z) = \frac{Q}{\pi \sigma_y \sigma_z u} \exp\left[-\frac{1}{2} \left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2\right] \exp\left[-\frac{1}{2} \left(\frac{H}{\sigma_z}\right)^2\right] D \quad (6.35)$$

Prin convenție, în calculele de dispersie a efluenților gazoși, viteza vântului este măsurată la vârful coșului. În cea mai mare parte a timpului, singurele informații disponibile despre viteza vântului provin de la stații amplasate la sol, iar viteza la o altitudine h se calculează cu formula $u = u_0 \left(\frac{h}{h_0}\right)^p$, în care u_0 este viteza la altitudinea h_0 , iar exponentul p caracterizează profilul vertical al vitezei vântului [6.37].

Coeficienții de dispersie pot fi măsurați experimental cu ajutorul trasorilor, prin injectarea continuă a acestora în efluentul gazos și măsurarea concentrației în anumite puncte. La măsurarea coeficientului de dispersie orizontală, eșantionarea se face în puncte egal distanțate, pe o direcție perpendiculară pe axa penei. Coeficientul de dispersie orizontală este dat de relația [6.37]:

$$\sigma_y^2 = \left[\frac{\sum_{1 \leq i \leq n} c_i y_i^2}{\sum_{1 \leq i \leq n} c_i} \right] - \left[\frac{\sum_{1 \leq i \leq n} c_i y_i}{\sum_{1 \leq i \leq n} c_i} \right]^2 \quad (6.36)$$

unde c_i este concentrația în punctul y_i . Pentru coeficientul σ , relația este similară. Coeficienții astfel obținuți, corespund perioadei de mediere pentru care s-a realizat eșantionarea și distanței x față de sursă. Coeficienții σ_y și σ_z , pot fi calculați în funcție de distanța de la sursa x printr-o relație de forma: $\sigma = ax^b + c$, în care constantele a , b și c depind de clasa de stabilitate. Efectele de turbulență asociate fazei de ascensiune a penei de efluent, duc la o creștere a dispersiei inițiale a gazului, aceasta reflectându-se în formulele coeficienților de dispersie astfel [6.37]:

- coeficientul efectiv de dispersie verticală:

$$\sigma_{ze} = \left[\sigma_z^2 + \left(\frac{\Delta H}{3,5} \right)^2 \right]^{0,5} \quad (6.37)$$

- coeficientul efectiv de dispersie orizontală:

$$\sigma_{ye} = \left[\sigma_y^2 + \left(\frac{\Delta H}{3,5} \right)^2 \right]^{0,5} \quad (6.38)$$

În cadrul modelului gaussian, noțiunea de strat de amestec corespunde următoarei scheme: efluentul emis în interiorul acestui strat, suferă reflexii multiple la sol și la limita superioară a acestui strat (care se comportă ca un plafon), rămânând captiv în stratul de amestec. Invers, efluentul emis deasupra acestui strat nu va penetra limita inferioară (altitudinea la care începe inversiunea de temperatură) și deci nu va ajunge la sol. Fenomenul se produce atunci când un strat foarte stabil, se găsește deasupra unui strat neutru sau instabil. Producerea inversiunii de temperatură, este relativ puțin cunoscută și nu se dispune de mijloace care să stabilească precis caracteristicile acestui fenomen.

În practică, înălțimea stratului de amestec este calculată prin interpolare, între valorile tipice obținute prin metoda lui Hollzworth (valoarea de la prima oră a dimineții și cea de la amiază). Pentru clasele de stabilitate E și F nu se pune problema unei înălțimi a stratului de amestec. Complicațiile survin atunci când înălțimea efectivă a coșului (înălțimea construcției la care se adaugă supraînălțarea penei) este mai mare decât înălțimea stratului de amestec, caz care apare în fazele de tranziție de la stările stabile (noaptea) la cele instabile (ziua). Consecințele sunt contradictorii: pe de-o parte poluantul este blocat în stratul de amestec, iar pe de altă parte, poluantul emis la o înălțime mai mare decât cea a stratului de amestec, nu mai ajunge la sol. Înălțimea stratului de amestec poate fi un factor agravant pentru poluare, sau dimpotrivă, să elimine poluarea la sol. Pe de altă parte, problema raportului în care se află înălțimea efectivă a coșului și înălțimea stratului de amestec este destul de complicată, deoarece

înălțimile efective calculate fără să se țină seama de configurația stratului de amestec au valori excesive, mai ales la viteze mici ale vântului.

În aceste condiții se recomandă ca înălțimea stratului de amestec să fie fixată la un nivel mediu pentru fiecare clasă de stabilitate: pentru clasa A 1300 m, pentru clasele B și C 1000 m, pentru clasa D 800 m, iar supraînălțarea penei este calculată cu relația:

$$\Delta H = 1,6F^{\frac{1}{3}} \frac{1}{u} x^{\frac{2}{3}} \quad (6.39)$$

în care u este viteza vântului la vârful coșului (m/s), x este distanța de la sursă, iar F este un parametru.

6.2.4. Supraînălțarea penei de poluant

Supraînălțarea penei este un parametru important, care conduce într-o măsură importantă la reducerea concentrației la sol. În funcție de diferența dintre temperatura efluentului și cea a atmosferei, supraînălțarea este determinată de efecte dinamice (pene reci), sau de efecte termice (pene calde) [6.37].

În cazul supraînălțării unei pene calde se utilizează parametrul F dat de relația [6.37]:

$$F = g \frac{d^2}{4} v_s \frac{T - T_a}{T} \quad (6.40)$$

în care:

- g - accelerația gravitațională (m/s²);
- d - diametru coșului la evacuarea în atmosferă (m);
- v_s - viteza de ieșire a gazului (m/s);
- T - temperatura absolută a efluentului (K);
- T_a - temperatura medie a mediului ambiant (K).

Pentru distanțe x de la sursă inferioare unei valori X_0 pentru care se atinge supraînălțarea maximă, supraînălțarea penei este dată de relația:

$$\Delta H = 1,6F^{\frac{1}{3}} \frac{1}{u} x^{\frac{2}{3}} \quad (6.41)$$

în care u este viteza vântului la vârful coșului (m/s). Supraînălțarea maximă, pentru $x > X_0$:

- în cazul atmosferei neutre (clasa D) sau instabile (A,B,C) este dată de relația:

$$F < 55 \quad X_0 = 49F^{\frac{5}{8}} \quad \Delta H = 21,4F^{\frac{3}{4}} \frac{1}{u} \quad (6.42)$$

$$F > 55 \quad X_0 = 119F^{\frac{2}{5}} \quad \text{și} \quad \Delta H = 38,7F^{\frac{3}{5}} \frac{1}{u} \quad (6.43)$$

- în cazul atmosferei stabile (clasele E și F) este dată de relația:

$$X_0 = 2,07us^{-0,5} \quad \text{și} \quad \Delta H = 2,6\left(\frac{F}{us}\right)^{\frac{1}{3}} \quad (6.44)$$

unde s este un parametru de stabilitate:

$$s = \frac{g}{T_a} \frac{\partial \theta}{\partial z} \quad \text{iar} \quad \frac{\partial \theta}{\partial z} \quad \text{este gradientul de temperatură potențială.}$$

În cazul penelor reci supraînălțarea maximă se atinge foarte repede, practic pe verticala sursei ($X_0 = 0$).

- în cazul condițiilor neutre sau instabile:

$$\Delta H = \frac{3dv_s}{u} \quad (6.45)$$

- în cazul condițiilor stabile:

$$\Delta H = 1,5 \left(\frac{v_s^2 d^2 T_a}{4T_u} \right)^{\frac{1}{3}} s^{\frac{1}{6}} \quad (6.46)$$

Se consideră că efectul dinamic este predominant în raport cu cel termic dacă $\Delta T \leq (\Delta T)_c$ unde $\Delta T = T - T_{aer}$ și ΔT este dat de relațiile următoare:

- pentru condiții neutre sau instabile:

$$F < 55 \quad (\Delta T)_c = 0,029T \frac{v_s^{0,33}}{d^{0,66}} \quad (6.47)$$

$$F > 55 \quad (\Delta T)_c = 0,00575t \frac{v_s^{0,33}}{d^{0,33}} \quad (6.48)$$

- pentru condiții stabile:

$$(\Delta T)_c = 0,01958T_a v_s s^{0,5} \quad (6.49)$$

Dispersia unei pene de poluant, este uneori limitată de prezența la o altitudine oarecare a unui strat atmosferic stabil (gradientul de temperatură mai mare decât Γ).

În aceste condiții, pana de efluent nu depășește altitudinea la care se produce inversiunea de temperatură, iar poluantul este reflectat complet de către stratul stabil. Ținând seama de reflexiile multiple între sol și limita superioară a stratului de amestec, termenul de dispersie verticală devine (la sol):

$$f_2(x, 0, S) = \frac{2}{\sqrt{2\pi} \sigma_z} \sum_{-k \leq N \leq k} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{H+2NL}{\sigma_z} \right)^2 \right] D \quad (6.50)$$

Teoretic, numărul reflexiilor este infinit, dar convergența este foarte rapidă și reținerea unui număr de 4-5 termeni asigură o precizie satisfăcătoare.

Concentrația la sol este dată de relația :

$$X = \frac{Q}{\pi \sigma_y \sigma_z u} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{y}{\sigma_y} \right)^2 \right] \sum_{-k \leq N \leq k} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{H+2NL}{\sigma_z} \right)^2 \right] D \quad (6.51)$$

În cele două expresii de mai sus, L este înălțimea stratului de amestec. Pe măsura creșterii distanței de sursă, distribuția poluantului într-un plan vertical în interiorul stratului de amestec se uniformizează. În practică se consideră că aceasta se produce când σ_z depășește valoarea 1,6L. Termenul de dispersie verticală devine:

$$f_2(x, 0, S) = L^{-1} \quad (6.52)$$

și concentrația la sol devine:

$$X = \frac{Q}{\sqrt{2\pi} \sigma_y u} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{y}{\sigma_y} \right)^2 \right] \frac{1}{L} D \quad (6.53)$$

6.3. EVALUAREA DISPERSIEI POLUANȚILOR LA C.T.E. ROVINARI

C.T.E. Rovinari este situată într-o zonă deluroasă, coordonatele geografice fiind:

- 23° 17' E ;
- 45° 02' N .

Zona Rovinari este din punct de vedere meteorologic, caracterizată de climatul subcarpatic [6.11].

Temperatura medie plurianuală a aerului este de 10,2°C, cu valori medii lunare cuprinse între - 2,5°C în luna decembrie și 20,7°C în luna iulie [6.11].

Temperatura maximă absolută (dintr-un număr mare de ani) a fost de 37,8°C în luna iulie. Temperaturi maxime absolute mai mari de 30°C, apar în intervalul mai - septembrie. În lunile de iarnă, temperaturile maxime absolute sunt cuprinse între 14,4°C și 13,4°C [6.11]. Temperatura minimă absolută înregistrată în ultimii 50 de ani a fost de -33°C în luna decembrie. Valori ale temperaturii minime absolute mai mari de 0°C, s-au

înregistrat în intervalul iunie - august, cea mai mare temperatură minimă absolută fiind de 7,2°C în luna iunie [6.11].

În zona Rovinari, numărul zilelor cu îngheț (temperaturi minime egale sau mai mici de 0°C) este 106,8 zile. Cele mai numeroase zile cu îngheț apar în luna ianuarie (27,9 zile), decembrie (24,4 zile) și februarie (14,6 zile). În perioada iunie - august nu s-a înregistrat nici o zi cu îngheț [6.11].

Din punct de vedere al cantităților lunare de precipitații, zona Rovinari prezintă valori mai mari decât media pe țară.

Astfel, media plurianuală a cantității de precipitații este de 817 l/mp.

Cele mai mari cantități de precipitații cad în lunile mai (92 l/mp) și iunie (100 l/mp). Luna cu cele mai mici cantități de precipitații este martie (49 l/mp).

Numărul anual de zile cu precipitații este, în medie plurianuală, de 133,8.

Cele mai ploioase luni sunt mai și iunie, cu 13,8 zile, iar cele mai "secetoase" octombrie , cu 7,8 zile și septembrie, cu 7,9 zile [6.11].

Ceața este unul dintre parametrii meteorologici care caracterizează clima unei zone date.

În zona Rovinari, cazurile de ceață apar, în medie plurianuală, în 67,5 zile. Cele mai numeroase zile cu ceață apar în perioada rece a anului, în perioada decembrie - februarie, numărul mediu lunar de zile cu ceață fiind cuprins între 14,5 zile în luna ianuarie și 10,1 zile în luna februarie [6.11].

În perioada caldă a anului (aprilie - august), numărul mediu lunar de zile cu ceață este de 0,8 - 1,6 zile [6.11].

Factorii meteorologici care caracterizează atât clima unei zone analizate, cât și condițiile de dispersie a poluanților din zona respectivă, sunt vântul, ca direcție și viteză și stratificarea aerului.

În zona Rovinari, direcțiile dominante ale vântului sunt cele din sectorul nordic (N și NE , cu frecvențe de apariție de 30,1 % și respectiv, 22,8 %).

Zona analizată este caracterizată de viteze mici și foarte mici ale vântului. Astfel, în 75 % din cazuri, viteza vântului este mai mică de 2 m/s. Frecvența vântului moderat (viteze cuprinse între 3 și 6 m/s) este de 15 %, iar a vântului relativ puternic este de 10 % [6.11]. Pe direcții de vânt, vitezele medii sunt, în general, mai mici de 3 m/s. Direcția NNE este însoțită de cele mai mari viteze de vânt (3,25 m/s), iar direcția SSV de cele mai mici (1,11 m/s) [6.11].

Stratificarea aerului este preponderent neutră, situație care apare cu o frecvență plurianuală de 45 %, urmată de stratificările stabilă (28 %) și puțin stabilă (12 %) [6.11]. Cele mai slabe condiții de difuzie a poluanților, în special pentru sursele joase sau pentru evacuări necontrolate la nivelul solului, apar în cazul în care stratificarea aerului este stabilă și foarte stabilă, iar viteza vântului nu depășește 1 m/s. În zona Rovinari, frecvența unor astfel de cazuri este de 33 %, mult mai mare decât în alte zone ale țării [6.11].

Pentru monitorizarea emisiilor de poluanți, la cazanele nr.5 și nr.6 s-au montat la cota + 97 m instalații tip EMIRAK, achiziționate de la firmele SIGNAL AMBITECH și ROTORK INSTRUMENTS Anglia. Aceste instalații nu funcționează deocamdată corespunzător, sondele de prelevare decalibrându-se foarte des.

Pentru evaluarea disperiei poluanților s-a utilizat programul ISC3 View care are opțiunea de prelucrare grafică a rezultatelor.

Ipotezele simplificatoare adoptate se referă la următoarele aspecte (limitări) [6.17]:

- sursa emitentă își păstrează puterea de emisie considerată infinită, nu au loc reacții chimice, emisia este o funcție ce admite pe durata analizată o soluție stabilă $=0$;
- gradientul de vânt și cel de temperatură în stratul în care are loc amestecul penei cu atmosfera liberă sunt respectiv constanți;
- distribuțiile pe direcția verticală și transversal pe direcția vântului sunt de tip gaussian, marginile penei fiind atinse în momentul în care distribuția coboară sub 10% din valoarea de pe axa principală de înaintare;
- cele mai bune rezultate se obțin pentru analize legate de terenuri plane, pe distanțe de max. până la 100 km, după unii autori chiar și 200 km. Existența unor piedici topografice naturale sau arhitecturale, prezența unor zone cu apă întinse în vecinătate afectează veridicitatea și performanțele rezultatelor;
- clasele de stabilitate se referă la condițiile stabile, instabile și neutre, precum și la combinații la limită ale acestora.

ISC3 este o versiune îmbunătățită și cea mai recentă a variantei ISC (Industrial Sources Complex), care a cunoscut până în prezent în total trei generații.

Modelele au fost evolutive, în sensul îmbunătățirii interferenței cu utilizatorul (experimentat sau nu) și ușurinței de întocmire a fișierelor de intrare referitoare la localizarea spațială, cantitativă și calitativă a surselor și datelor meteorologice [6.17].

Programele oferă răspunsuri la analizele de impact cele mai diverse, pentru orice emitent (staționar, mobil) la orice înălțime (de recepție), indiferent de proveniență sau număr (industrie, instalații de ardere, instalații de ventilare, intersecții, parcări, etc.), de mărime, de amplasare (urbană sau rurală), etc [6.17]. Prin opțiunile pe care le oferă programele se pot calcula medii la 30 minute, zilnice, anuale, sau pe un interval definit de timp. Cu cât datele de intrare sunt mai reprezentative și mai aproape de adevăr, cu atât concluziile sunt mai veridice. Referitor la concentrațiile în emisie (date de intrare referitoare la sursă) se indică metoda măsurărilor on line, în condiții de durată reprezentativă, sau prelucrarea statistică a datelor, prin folosirea așa numitor factori de emisie.

Se acceptă o distribuție gaussiană a densității de probabilitate (a concentrațiilor), atât pe direcție verticală (z), cât și pe direcție perpendiculară pe direcția vântului (y). Se remarcă supraînălțarea penei datorată vitezei și parametrilor termodinamici ai jetului de fum la ieșire, relativ la mediul ambiant [6.17]. Receptorii sunt organizați într-o rețea simetrică, ce se definește fie în coordonate carteziane (X, Y, Z), fie în coordonate polare (r, θ). Desfășurarea spațiului are notații consacrate, de care depine și scrierea ecuațiilor.

În sistemul de coordonate cartezian, axa x se consideră pozitivă înspre est (E) de la originea specificată de utilizator (și coincide cu direcția vântului) și axa y pozitivă este dirijată astfel spre nord (N). Coordonata radială (r) se măsoară din originea aleasă arbitrar de utilizator, iar coordonata unghiulară în sens orar, pornind din nord (N) [6.17]. Astfel, dacă se notează cu $X = X_0$, $Y = Y_0$ originea coordonatelor X și Y ale receptorului în punctul (r, θ) din sistemul polar sunt:

$$X(R)=r\sin\theta -X_0 \text{ și } Y(R)=r\cos\theta -Y_0. \quad (6.54)$$

Dacă coordonatele sursei sunt $X(S)$ și $Y(S)$, atunci distanța orizontală (x) până la receptor, pe direcția vântului (WD), deci în direcția de deplasare a jetului de fum și pe verticală (y) de la receptor până la linia de mijloc a jetului, sunt date de relațiile:

$$x = - (X(R)- X(S))\sin (WD) - (Y(R) - Y(S))\cos(WD) \quad (6.55)$$

$$y = - (X(R) -X(S))\cos(WD) - (Y(R) - Y(S))\sin (WD) \quad (6.56)$$

Înălțimea maximă de amestec se calculează conform relației Pasquill - Glynn și teoriei elaborate de Briggs, funcție de clasa de stabilitate și în ipoteza că aerul înconjurător este în mișcare relativă față de jetul de fum și cel care difuzează înspre pană, diluând-o. Se folosește efectul obținut în urma tendinței de reflectare a solului.

Ecuția penei este [6.17]:

$$C = \frac{QkVD}{2\pi u_s \sigma_y \sigma_z} \exp \left[-0,5 \left(\frac{y}{\sigma_y} \right)^2 \right] \left[\frac{\mu g}{m^3 N} \right]$$

în care: C este concentrația de poluant în punctul (x,y,z) , în $\mu g/m^3_N$,

σ_y, σ_z - coeficienții de dispersie pe direcție y , respectiv z , în m, la rândul lor funcții de distanța de la sursă (x) și calculați conform curbelor Pasquill - Gifforg, în corelație cu cele ale lui Davis:

$$\sigma_y = 465,11628(x)\text{tg}(TH) \text{ unde } TH=0,01745329$$

$$\sigma_z = ax^b \text{ iar } a,b,c,d \text{ sunt constante alese conform clasei de stabilitate,} \quad (6.57)$$

u_s - viteza medie a vântului prin stratul limită, în m/s, recalculată pentru cota reală, funcție de valoarea de la înălțimea de referință $z_{ref} = 10 \text{ m}$;

$$u_s = u_{ref} \left(\frac{H_s}{Z_{ref}} \right)^p \quad (6.58)$$

cu p - factorul de stabilitate după Pasquill,

k = 10^6 coeficientul de scară,

V - concentrația verticală, ce se calculează după cum urmează:

$$V = \exp \left[-0,5 \left(\frac{z_r - H_e}{\sigma_z} \right)^2 \right] + \exp \left[-0,5 \left(\frac{z_r + H_e}{\sigma_z} \right)^2 \right] + \sum_{i=1}^{\infty} \left\{ \exp \left[-0,5 \left(\frac{H_1}{\sigma_z} \right)^2 \right] + \exp \left[-0,5 \left(\frac{H_2}{\sigma_z} \right)^2 \right] \right\} + \sum_{i=1}^{\infty} \left\{ \exp \left[-0,5 \left(\frac{H_3}{\sigma_z} \right)^2 \right] + \exp \left[-0,5 \left(\frac{H_4}{\sigma_z} \right)^2 \right] \right\} \quad (6.59)$$

iar H_e - înălțimea efectivă de amestec, în m, calculată ținând cont de supraînălțarea h a penei deasupra cotei coșului de fum:

$$H_e = H_z + h \quad (6.60)$$

H_z - înălțimea coșului, în m, deasupra căreia se ridică pana de fum cu h, în m:

$$H_1 = z_r - (2iz_1 - H_e) \quad (6.61)$$

$$H_2 = z_r + (2iz_1 - H_e) \quad (6.62)$$

$$H_3 = z_r - (2iz_i + H_c) \quad (6.63)$$

$$H_4 = z_v + (2iz_i + H_c) \quad (6.64)$$

z_r - înălțimea receptorului, în m,

z_i - înălțimea de amestec, în m,

D - factor ce înglobează efectul depunerii la sol (în general, $D = 1$).

În subcapitolul 6.4 este prezentată descrierea programului de modelare numerică a dispersiei atmosferice ISC3 View, cu ajutorul căruia s-a efectuat calculul dispersiei noxelor rezultate la arderea ligniților inferiori la C.T.E. Rovinari. Programul de calcul a fost pus la dispoziția autorului de către colectivul de cercetare de la catedra T.M.T.A.R. a Facultății de Mecanică din Universitatea Politehnică Timișoara, condus de profesor doctor inginer Ioana Ionel, care s-a remarcat prin realizări deosebite în studiul poluării mediului ambiant și al dispersiei noxelor.

6.3.1. Evaluarea datelor primare

În tabelele 6.14 și 6.15 sunt centralizate datele primare necesare calculului dispersiei noxelor în mediul ambiant. Notațiile din aceste tabele au următoarea semnificație [6.51]:

B - consumul de combustibil; [kg/s]

V_{gt} - cantitatea totală de gaze rezultată din arderea a 1 kg de combustibil pentru

λ_c ; [m³_N]

$H_{coș}$ - înălțimea coșului de fum; [m]

D_c - diametrul coșului de fum; [m]

w_{gc} - viteza gazelor de ardere la ieșirea din coșul de fum; [m/s]

\dot{m}_{CO} , \dot{m}_{NO_2} , \dot{m}_{SO_2} - debitul masic de CO, NO₂ și SO₂ [mg/s]

Viteza gazelor de ardere s-a stabilit cu relația:

$$w_{gc} = \frac{BV_{gt}}{3600A_{coș}} \times \frac{273 + t_{gc}}{273} \quad [m/s] \quad (6.65)$$

iar secțiunea coșului de fum:

$$A_{coș} = \pi D_c^2 / 4 \quad [m^2] \quad (6.66)$$

Debitul noxelor la emisie se stabilește cu relațiile:

$$\dot{m}_{CO} = \frac{B(V_{gu})_{O_{2ref}} C_{CO}}{3600} \quad [mg/s] \quad (6.67)$$

$$\dot{m}_{SO_x} = \frac{B(V_{gu})_{O_{2ref}} C_{SO_2}}{3600} \quad [mg/s] \quad (6.68)$$

$$\dot{m}_{NO_x} = \frac{B(V_{gu})_{O_{2ref}} C_{NO_2}}{3600} \quad [mg/s] \quad (6.69)$$

Valoarea coeficientului excesului de aer pentru care conținutul de oxigen în gazele de ardere uscate este $O_{2ref} = 6\%$ rezultă din relația [6.51]:

$$\lambda_{ref} = \frac{21}{21 - O_{2ref}} = \frac{21}{21 - 6} = 1,4 \quad (6.70)$$

iar,

$$(V_{gu})_{O_{2ref}} = V_{gu}^0 + (\lambda_{ref} - 1)L_{min} \quad [m^3_N/kg] \quad (6.71)$$

În cazul *situației S1(vara)*, concentrația noxelor la emisie pe coșul de fum CF3(în funcțiune fiind grupul energetic nr.6) a fost determinată prin măsurători efectuate împreună cu ICEMENERG BUCUREȘTI și ICPET BUCUREȘTI. Rezultatele acestor măsurători sunt prezentate în tabelul 5.11.

Concentrația noxelor la emisie pe coșul de fum CF2(în funcțiune fiind grupul energetic nr.3) a fost determinată pe bază de calcul, folosind "Metoda de evaluare operativă a emisiilor de SO₂, NO_x, pulberi și CO₂". Viteza gazelor și debitele de noxe la emisie prin coșurile de fum ale CTE Rovinari în cazul *situației S1(vara)* sunt prezentate în tabelul 6.3

Tabelul 6.3 Viteza gazelor și debitele de noxe la emisie prin coșurile de fum ale CTE Rovinari în cazul *situației S1(vara)*.

Nr. crt.	Denumire	Simbol	U.M.	Cazanul C3 pe coșul CF2	Cazanele C5;C6 pe coșul CF3
1	Temperatura gazelor de ardere la coș	t_{gc}	°C	142	163
2	Înălțimea coșului de fum	H_c	m	250	250
3	Diametrul coșului de fum	D_c	m	8	8
4	Viteza gazelor la ieșirea din coșul de fum	w_{gc}	m/s	19,25	11
5	Debitul masic de monoxid de carbon	m_{CO}	mg/s	10110	19600
6	Debitul masic de oxizi de azot	$m_{NO_{cx}}$	mg/s	157400	70600
7	Debitul masic de oxizi de sulf	m_{SO_2}	mg/s	1139300	1139000
8	Debitul masic de pulberi	m_p	mg/s	201000	40300

În cazul *situației S2(iarna)*, concentrația noxelor la emisie pe coșurile de fum CF2(în funcțiune fiind grupul energetic nr.3) și CF3(în funcțiune fiind grupurile energetice nr.5 și nr.6) s-a determinat pe bază de calcul, folosind "Metoda de evaluare operativă a emisiilor de SO₂, NO_x, pulberi și CO₂". Viteza gazelor și debitele de noxe la emisie prin coșurile de fum ale CTE Rovinari în cazul *situației S2(iarna)* sunt prezentate în tabelul 6.4.

Tabelul 6.4 Viteza gazelor și debitele de noxe la emisie prin coșurile de fum ale CTE Rovinari în cazul *situației S2(iarna)*.

Nr. crt.	Denumire	Simbol	U.M.	Cazanul C3 pe coșul CF2	Cazanele C5;C6 pe coșul CF3
1	Temperatura gazelor de ardere la coș	t_{gc}	°C	138	165
2	Înălțimea coșului de fum	H_c	m	250	250
3	Diametrul coșului de fum	D_c	m	8	8
4	Viteza gazelor la ieșirea din coșul de fum	w_{gc}	m/s	18,4	12,1
5	Debitul masic de monoxid de carbon	m_{CO}	mg/s	9700	11050
6	Debitul masic de oxizi de azot	$m_{NO_{cx}}$	mg/s	149300	181700
7	Debitul masic de oxizi de sulf	m_{SO_2}	mg/s	1050400	1294400
8	Debitul masic de pulberi	m_p	mg/s	192700	79930

6.3.2. Calculul dispersiei noxelor

În tabelele 6.5 - 6.8 sunt prezentate valorile concentrațiilor imisiilor evaluate de monoxid de carbon, oxizi de azot, oxizi de sulf și pulberi, respectiv valorile maxime admise conform STAS 12574-87 pentru situațiile analizate S1 și S2

Tabelul 6.5 Valoarea concentrațiilor imisiilor de monoxid de carbon

Perioada	$(CO_{max})_{30min.}$				$(CO_{max})_{24ore}$			
	$(C_{max})_{STAS}$ [$\mu g/m^3_N$]	$C_{calculat}$ [$\mu g/m^3_N$]	X [m]	Y [m]	$(C_{max})_{STAS}$ [$\mu g/m^3_N$]	$C_{calculat}$ [$\mu g/m^3_N$]	X [m]	Y [m]
vara	6000	3,41	2973	2676	2000	0,48	2973	2676
iarna	6000	2,96	-1858	-1673	2000	0,21	-2973	-2676

După cum reiese din tabel, valorile calculate ale concentrațiilor de monoxid de carbon la imisie sunt mult inferioare valorilor maxime admise conform STAS12574-84.

$(CO_{max})_{calc.30min.}$ apare pentru situația S1 (vara) în *comuna Vârt*, iar pentru situația S2 (iarna) în *satul Timișeni*. $(CO_{max})_{calc.24ore}$ apare pentru situația S1 în *comuna Vârt*, iar pentru situația S2 în *comuna Fărcășești*.

Tabelul 6.6 Valoarea concentrațiilor imisiilor de oxizi de azot

Perioada	$(NO_{x\ max})_{30min.}$				$(NO_{x\ max})_{24ore}$			
	$(C_{max})_{STAS}$ [$\mu g/m^3_N$]	$C_{calculat}$ [$\mu g/m^3_N$]	X [m]	Y [m]	$(C_{max})_{STAS}$ [$\mu g/m^3_N$]	$C_{calculat}$ [$\mu g/m^3_N$]	X [m]	Y [m]
vara	300	24,97	0	3500	100	4,37	2973	2676
iarna	300	48,7	-1878	-1673	100	3,43	-3344	-3011

Valorile calculate ale concentrațiilor imisiilor de oxizi de azot sunt mult inferioare valorilor maxime admise conform STAS 12574-84.

$(NO_{x\ max})_{calc.30min.}$ apare pentru situația S1 (vara) în *comuna Poiana*, iar pentru situația S2 (iarna) în *satul Timișeni*. $(NO_{x\ max})_{calc.24ore}$ apare pentru situația S1 în *comuna Vârt*, iar pentru situația S2 în *comuna Valea cu Apă*.

Tabelul 6.7 Valoarea concentrațiilor imisiilor de oxizi de sulf

Perioada	$(SO_{2\ max})_{30min.}$				$(SO_{2\ max})_{24ore}$			
	$(C_{max})_{STAS}$ [$\mu g/m^3_N$]	$C_{calculat}$ [$\mu g/m^3_N$]	X [m]	Y [m]	$(C_{max})_{STAS}$ [$\mu g/m^3_N$]	$C_{calculat}$ [$\mu g/m^3_N$]	X [m]	Y [m]
vara	750	248,9	2973	2676	250	39,3	2973	2676
iarna	750	339,9	-1858	-1673	250	23,7	-3344	-3011

Valorile calculate ale concentrațiilor imisiilor de oxizi de sulf sunt inferioare valorilor maxime admise conform STAS 12574-84.

$(SO_2)_{max,calc.30min.}$ apare pentru situația S1 (vara) în *comuna Vârt*, iar pentru situația S2 (iarna) în *satul Timișeni*. $(SO_2)_{max,calc.24ore}$ apare pentru situația S1 în *comuna Vârt*, iar pentru situația S2 în *comuna Valea cu Apă*.

Tabelul 6.8 Valoarea concentrațiilor imisiilor de pulberi

Perioada	$(pulberi)_{max,30min.}$				$(pulberi)_{max,24ore}$			
	$(C_{max})_{STAS}$ [$\mu g/m^3_N$]	$C_{calculat}$ [$\mu g/m^3_N$]	X [m]	Y [m]	$(C_{max})_{STAS}$ [$\mu g/m^3_N$]	$C_{calculat}$ [$\mu g/m^3_N$]	X [m]	Y [m]
vara	500	31,89	0	3500	150	4,91	2973	2676
iarna	500	31,58	0	4000	150	1,75	0	4000

Valorile calculate ale concentrațiilor imisiilor de pulberi sunt mult inferioare valorilor maxime admise conform STAS 12574-84.

$(pulberi)_{max,calc.30min.}$ apare pentru situația S1 (vara) în *comuna Poiana*, iar pentru situația S2 (iarna) în *comuna Moi N-V*. $(pulberi)_{max,calc.24ore}$ apare pentru situația S1 în *comuna Vârt*, iar pentru situația S2 în *comuna Moi N-V*.

În figurile 6.1-6.2 este reprezentată distribuția medie la o oră a CO (în $\mu g/m^3_N$) emis de coșurile CF3 și CF2 pentru episoadele decembrie și septembrie 1999, la sol, pe distanțe de 5 km, măsurate de la centrul grilei.

În figurile 6.3-6.4 este reprezentată distribuția medie la 24 de ore a CO (în $\mu g/m^3_N$) emis de coșurile CF3 și CF2 pentru episoadele decembrie și septembrie 1999, la sol, pe distanțe de 5 km, măsurate de la centrul grilei.

În figurile 6.5-6.6 este reprezentată distribuția medie la o oră a NO_x (în $\mu g/m^3_N$) emis de coșurile CF3 și CF2 pentru episoadele septembrie și decembrie 1999, la sol, pe distanțe de 5 km, măsurate de la centrul grilei.

În figurile 6.7-6.8 este reprezentată distribuția medie la 24 de ore a NO_x (în $\mu g/m^3_N$) emis de coșurile CF3 și CF2 pentru episoadele decembrie și septembrie 1999, la sol, pe distanțe de 5 km, măsurate de la centrul grilei. În figurile 6.9-6.10 este reprezentată distribuția medie la o oră de praf (în $\mu g/m^3_N$) emis de coșurile CF3 și CF2 pentru episoadele septembrie și decembrie 1999, la sol, pe distanțe de 5 km, măsurate de la centrul grilei. În figurile 6.11-6.12 este reprezentată distribuția medie la 24 de ore de praf (în $\mu g/m^3_N$) emis de coșurile CF3 și CF2 pentru episoadele septembrie și decembrie 1999, la sol, pe distanțe de 5 km, măsurate de la centrul grilei. În figurile 6.13-6.14 este reprezentată distribuția medie la o oră a SO_2 (în $\mu g/m^3_N$) emis de coșurile CF3 și CF2 pentru episoadele septembrie și decembrie 1999, la sol, pe distanțe de 5 km, măsurate de la centrul grilei. În figurile 6.15-6.16 este reprezentată distribuția medie la 24 de ore a SO_2 (în $\mu g/m^3_N$) emis de coșurile CF3 și CF2 pentru episoadele septembrie și decembrie 1999, la sol, pe distanțe de 5 km, măsurate de la centrul grilei.

Valorile lunare ale determinărilor la indicatorul pulberi sedimentabile în zona de incidență a centralei, efectuate de Agenția Pentru Protecția Mediului Târgu-Jiu, sunt prezentate în tabelul 6.9, iar valorile medii anuale, pentru anul 1999 sunt prezentate în tabelul 6.10.

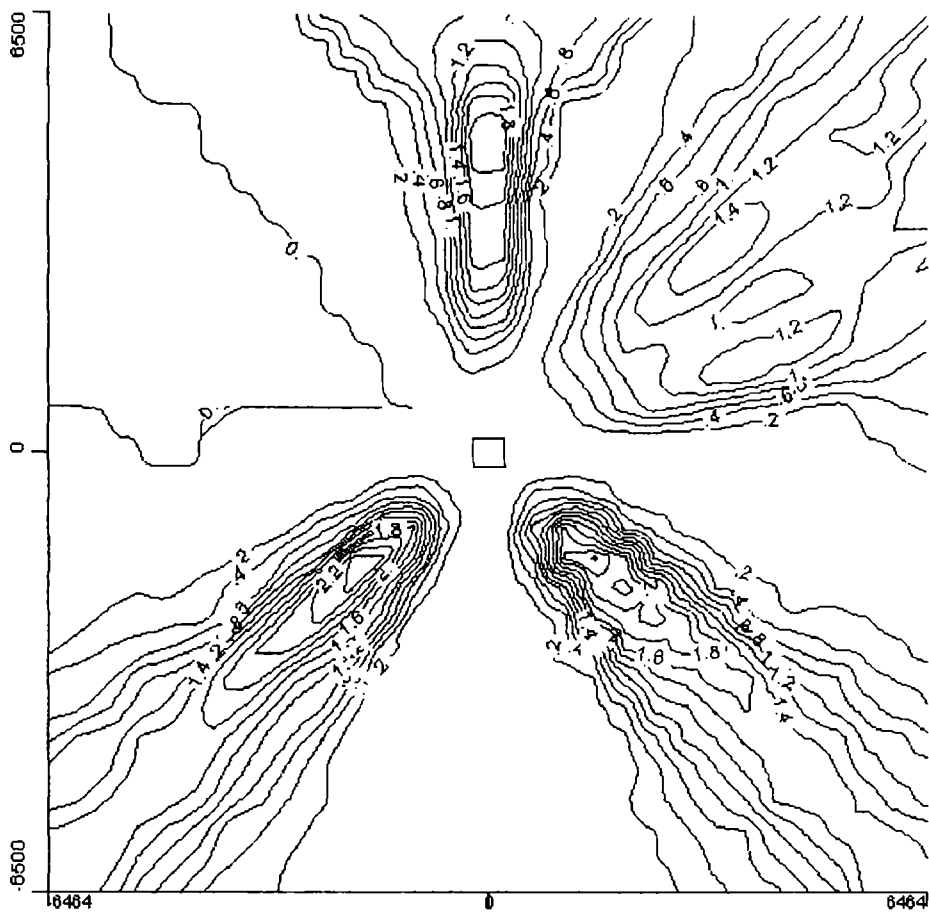


Figura 6.1. Distribuția medie la o oră a CO (în $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) emis de coșurile CF3 și CF2 pentru episodul decembrie 1999, la sol, pe distanțe de 5 km, măsurate de la centrul grilei.

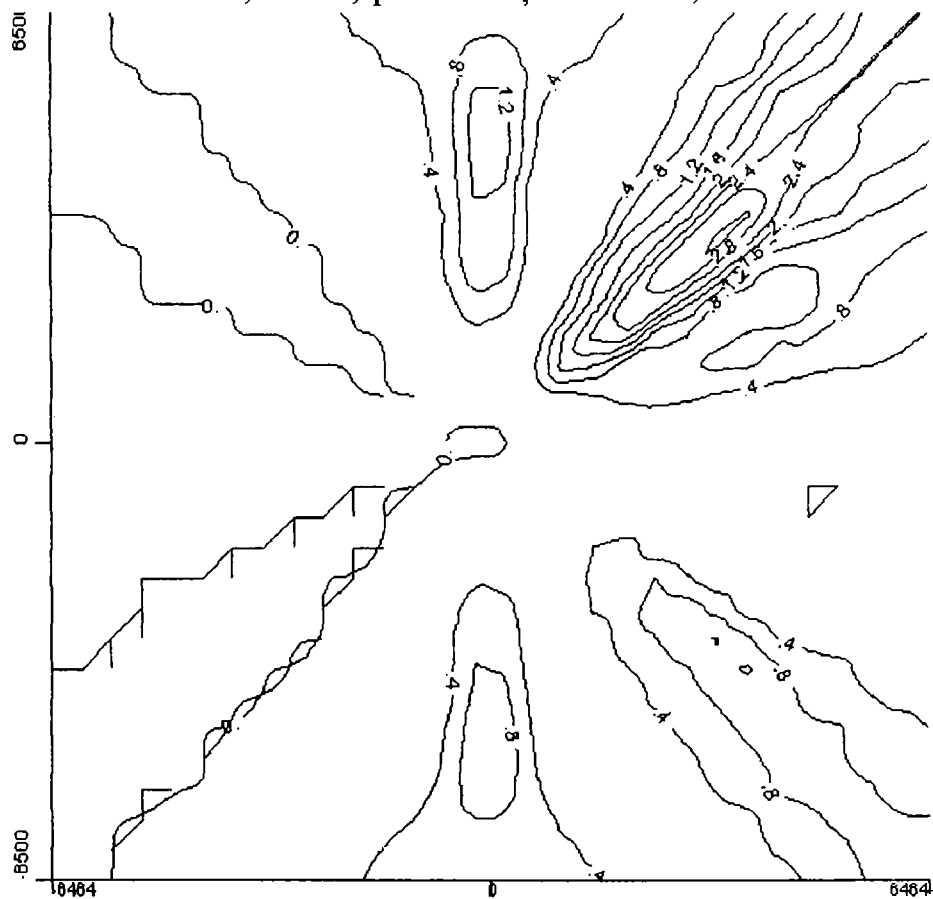


Figura 6.2. Distribuția medie la o oră a CO (în $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) emis de coșurile CF3 și CF2 pentru episodul septembrie 1999, la sol, pe distanțe de 5 km, măsurate de la centrul grilei.

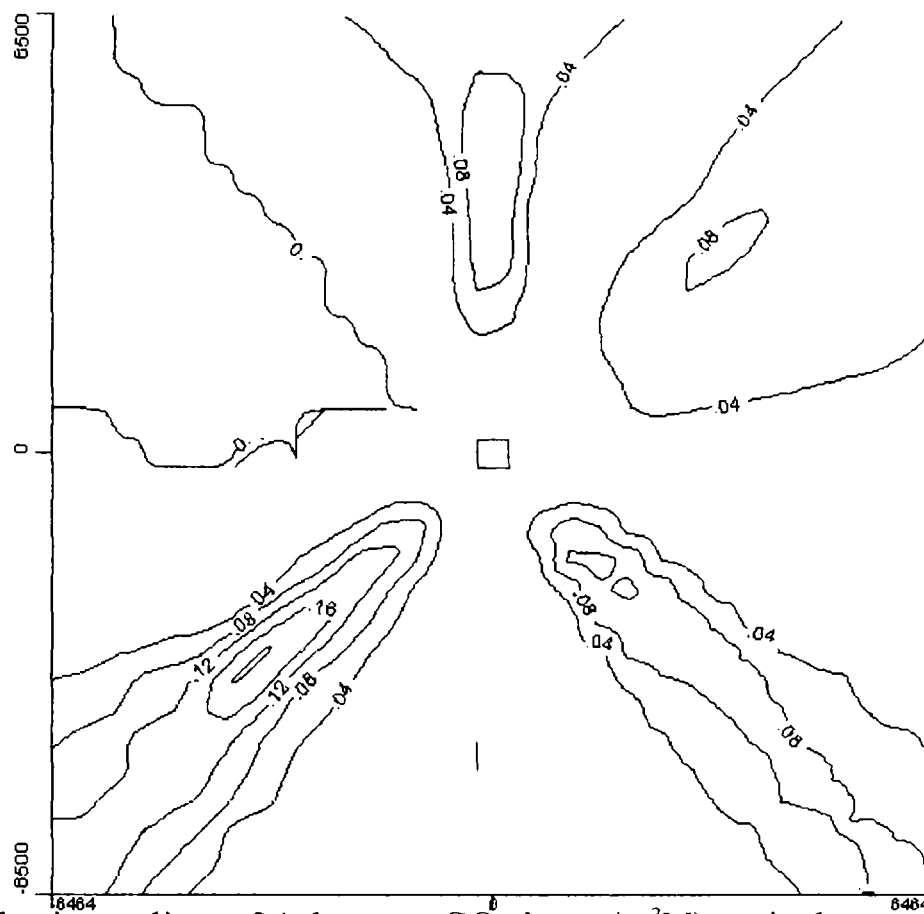


Figura 6.3. Distribuția medie pe 24 de ore a CO (în $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) emis de coșurile CF3 și CF2 pentru episodul decembrie 1999, la sol, pe distanțe de 5 km, măsurate de la centrul grilei.

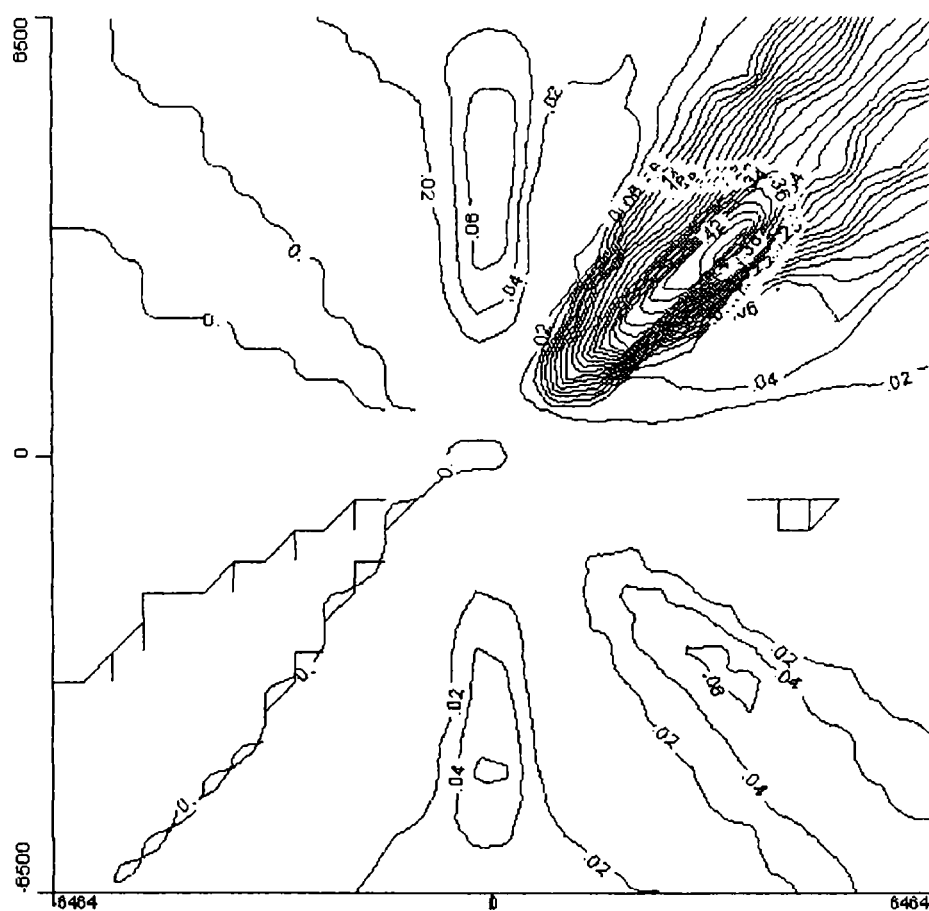


Figura 6.4. Distribuția medie pe 24 de ore a CO (în $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) emis de coșurile CF3 și CF2 pentru episodul septembrie 1999, la sol, pe distanțe de 5 km, măsurate de la centrul grilei.

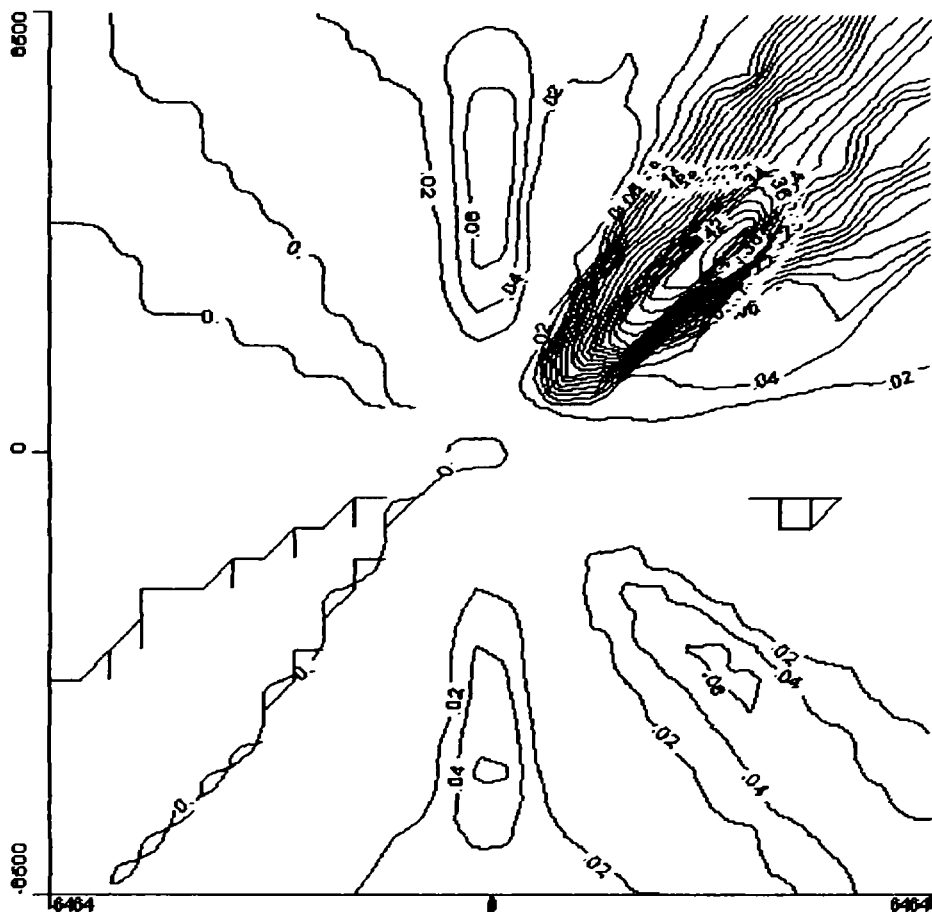


Figura 6.5. Distribuția medie la o oră a NO_x (în μg/m³N) emis de coșurile CF3 și CF2 pentru episodul septembrie 1999, la sol, pe distanțe de 5 km, măsurate de la centrul grilei.

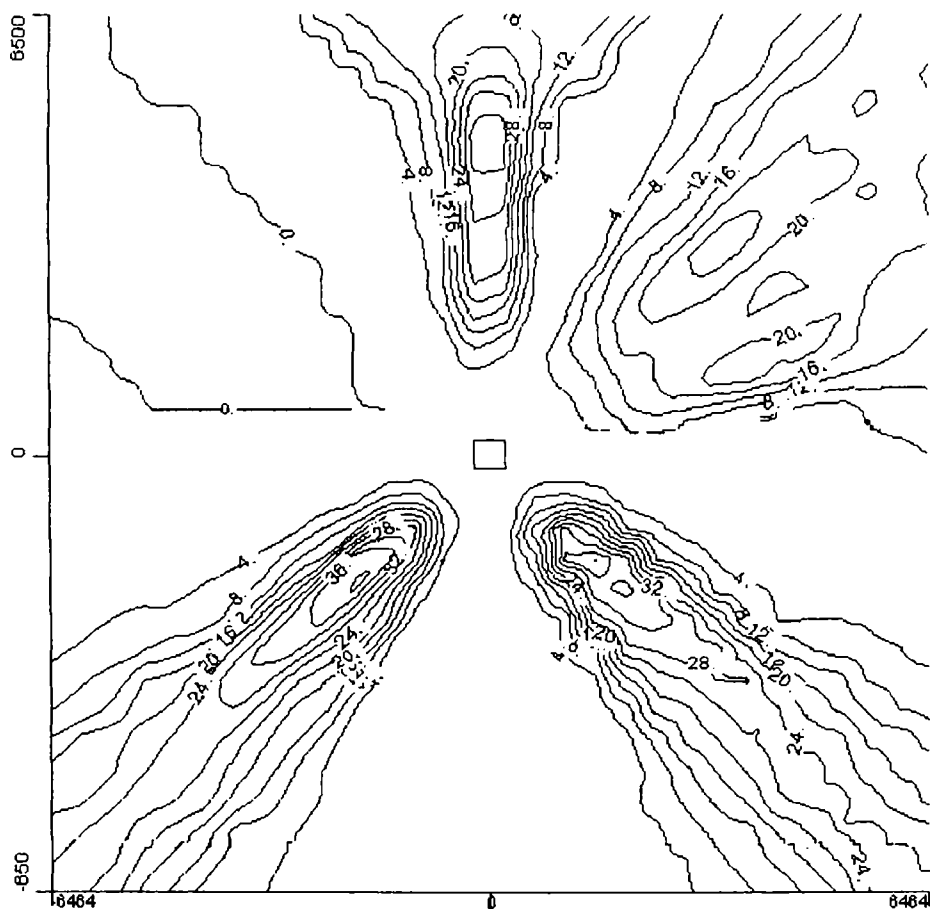


Figura 6.6. Distribuția medie la o oră a NO_x (în μg/m³N) emis de coșurile CF3 și CF2 pentru episodul decembrie 1999, la sol, pe distanțe de 5 km, măsurate de la centrul grilei.

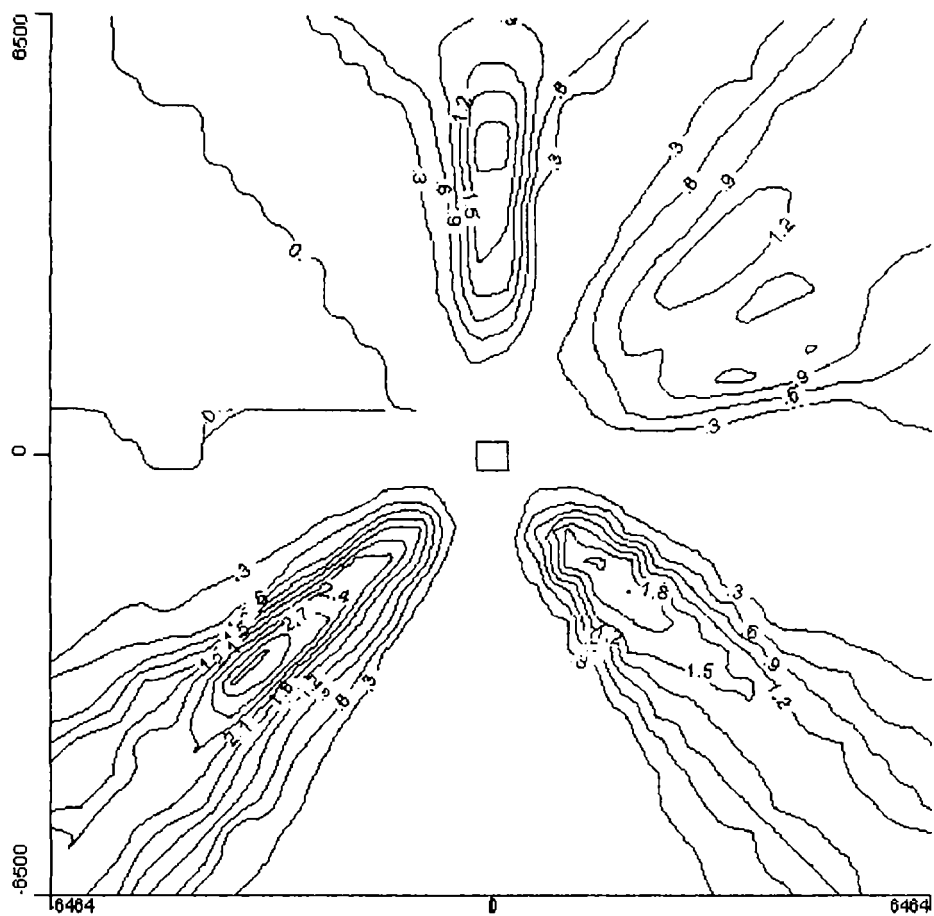


Figura 6.7. Distribuția medie la 24 de ore a NO_x (în $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) emis de coșurile CF3 și CF2 pentru episodul decembrie 1999, la sol, pe distanțe de 5 km, măsurate de la centrul grilei.

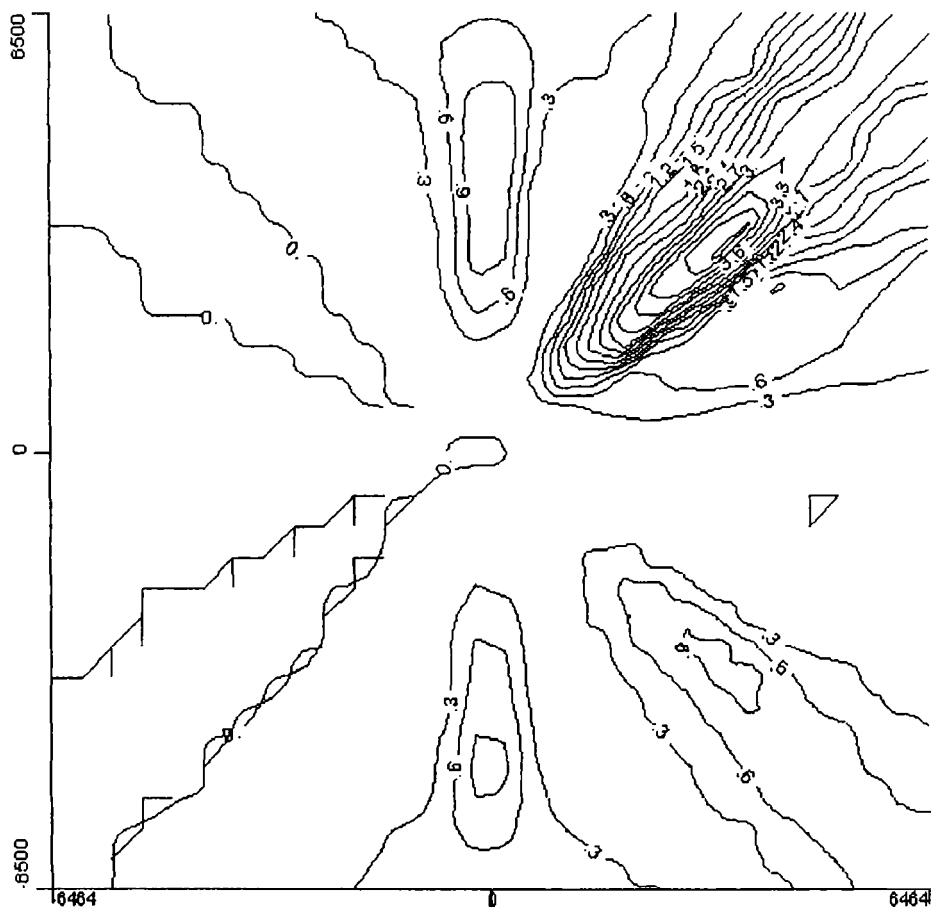


Figura 6.8. Distribuția medie la 24 de ore a NO_x (în $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) emis de coșurile CF3 și CF2 pentru episodul septembrie 1999, la sol, pe distanțe de 5 km, măsurate de la centrul grilei

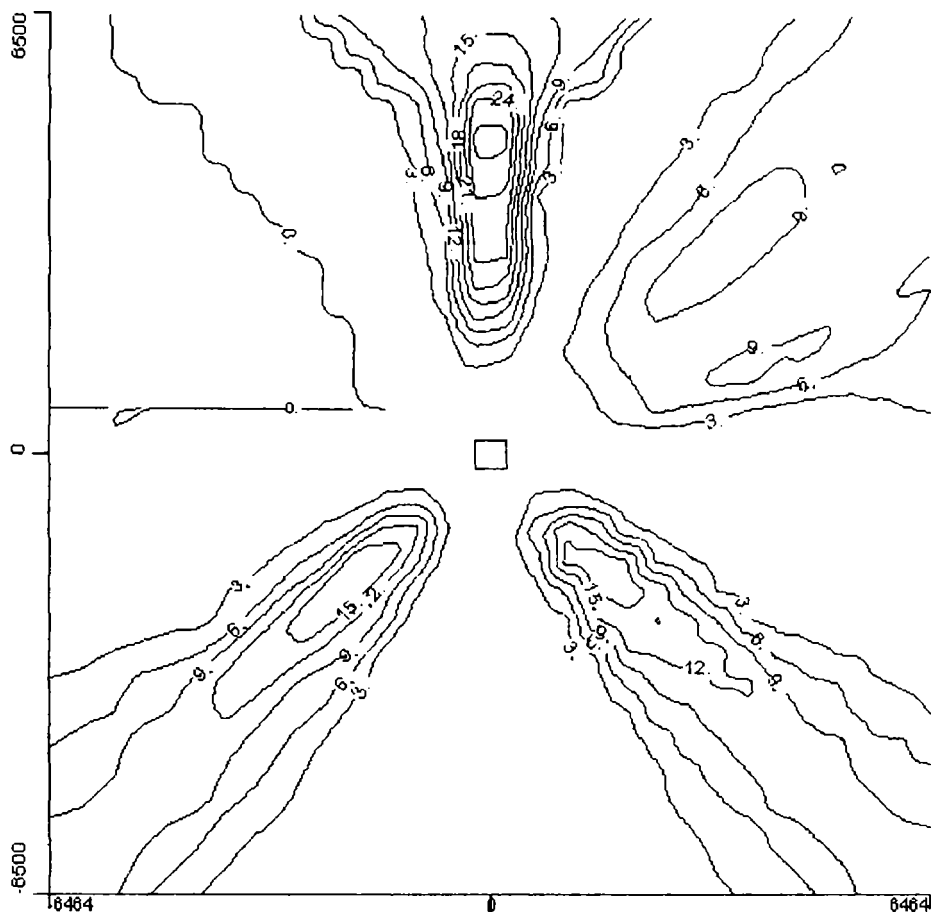


Figura 6.9. Distribuția medie la o oră de praf (în $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) emis de coșurile CF3 și CF2 pentru episodul decembrie 1999, la sol, pe distanțe de 5 km, măsurate de la centrul grilei.

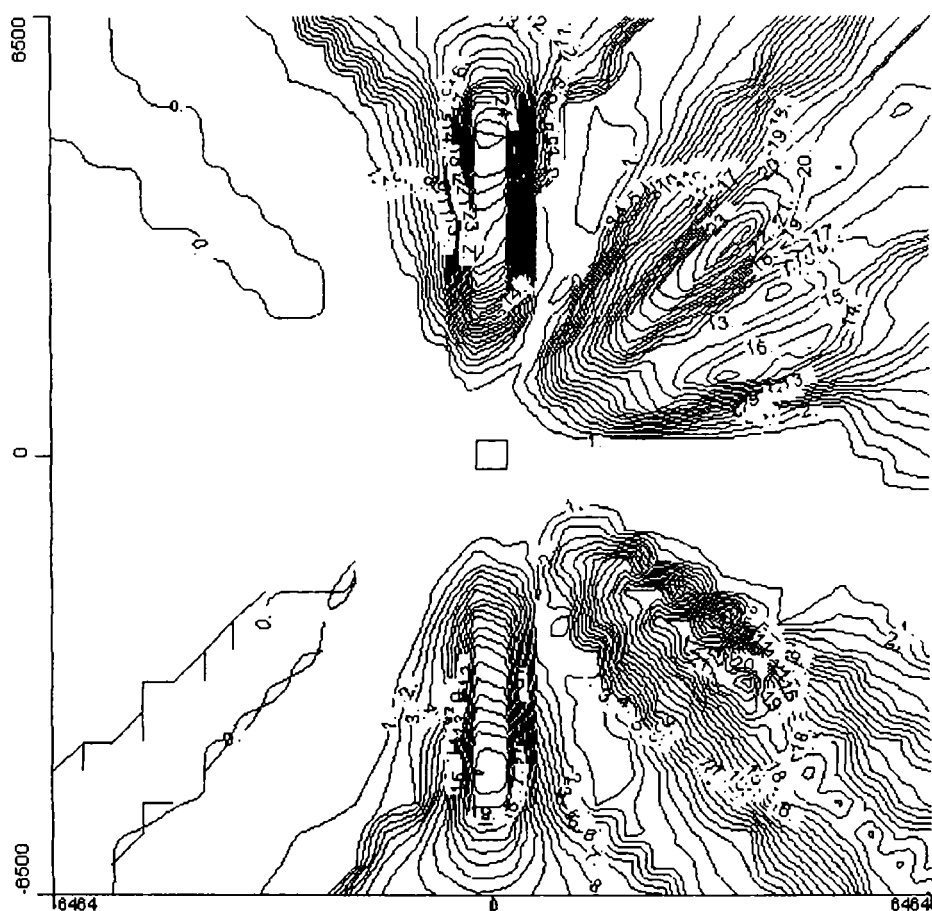


Figura 6.10. Distribuția medie la o oră de praf (în $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) emis de coșurile CF3 și CF2 pentru episodul septembrie 1999, la sol, pe distanțe de 5 km, măsurate de la centrul grilei

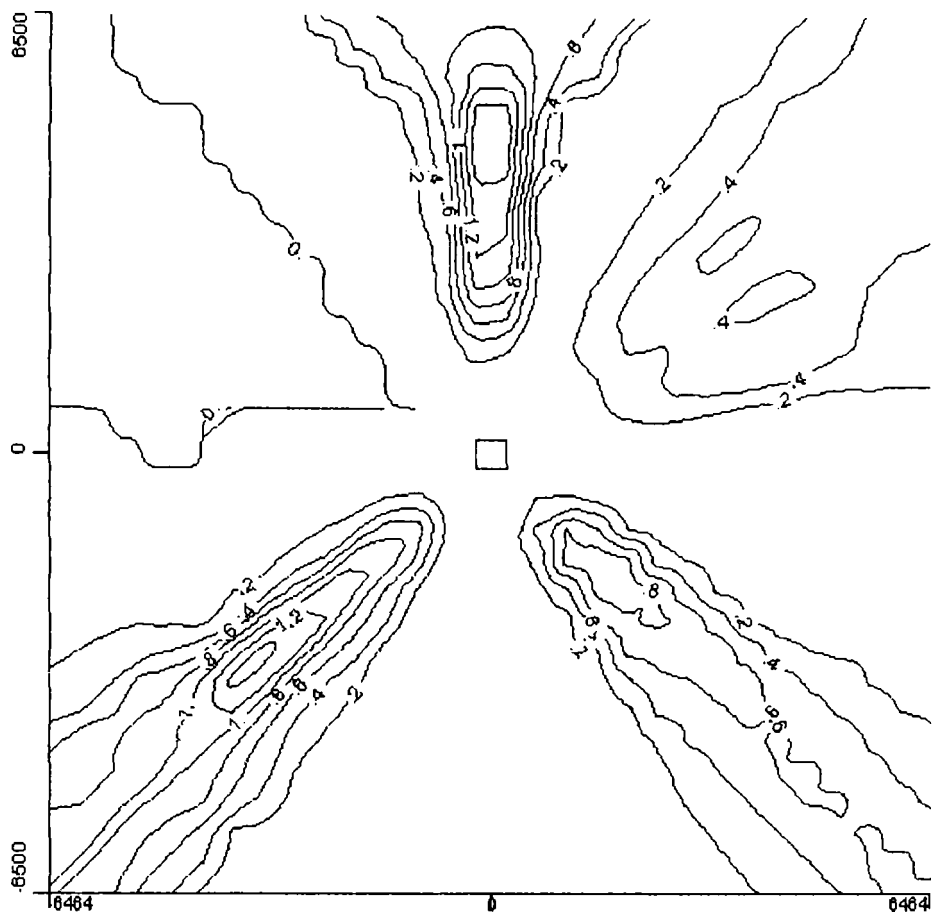


Figura 6.11. Distribuția medie la 24 de ore de praf (în $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) emis de coșurile CF3 și CF2 pentru episodul decembrie 1999, la sol, pe distanțe de 5 km, măsurate de la centrul grilei

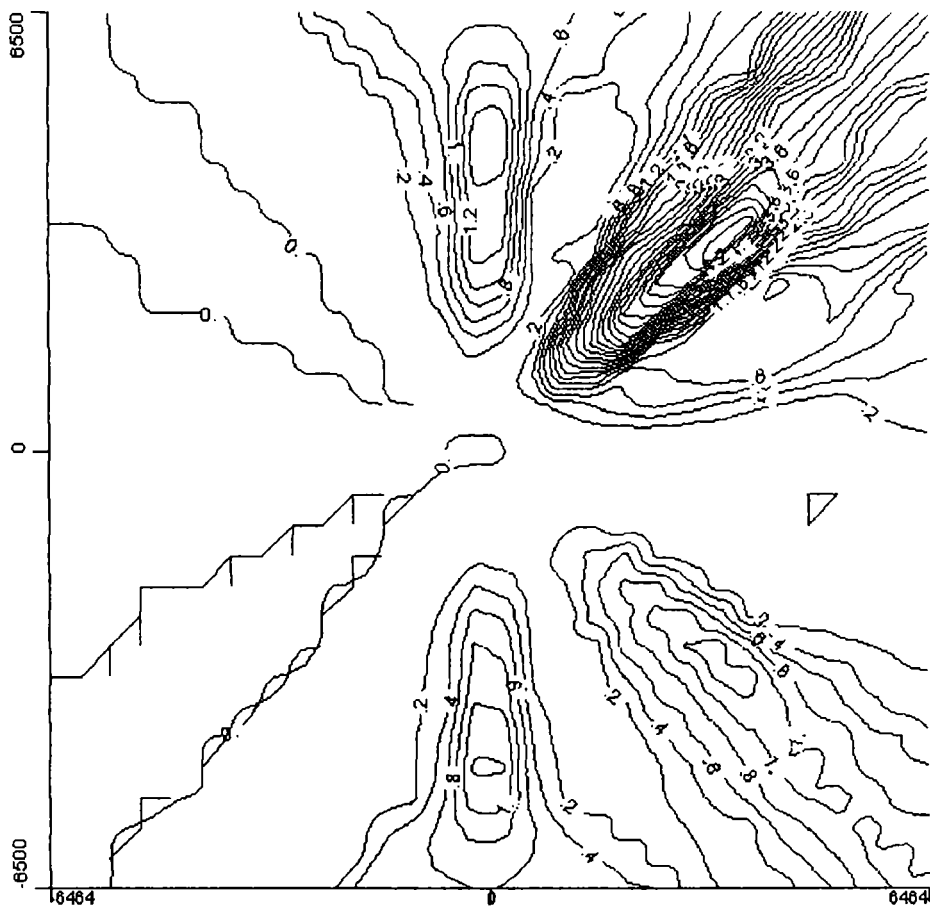


Figura 6.12. Distribuția medie la 24 de ore de praf (în $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) emis de coșurile CF3 și CF2 pentru episodul septembrie 1999, la sol, pe distanțe de 5 km, măsurate de la centrul grilei

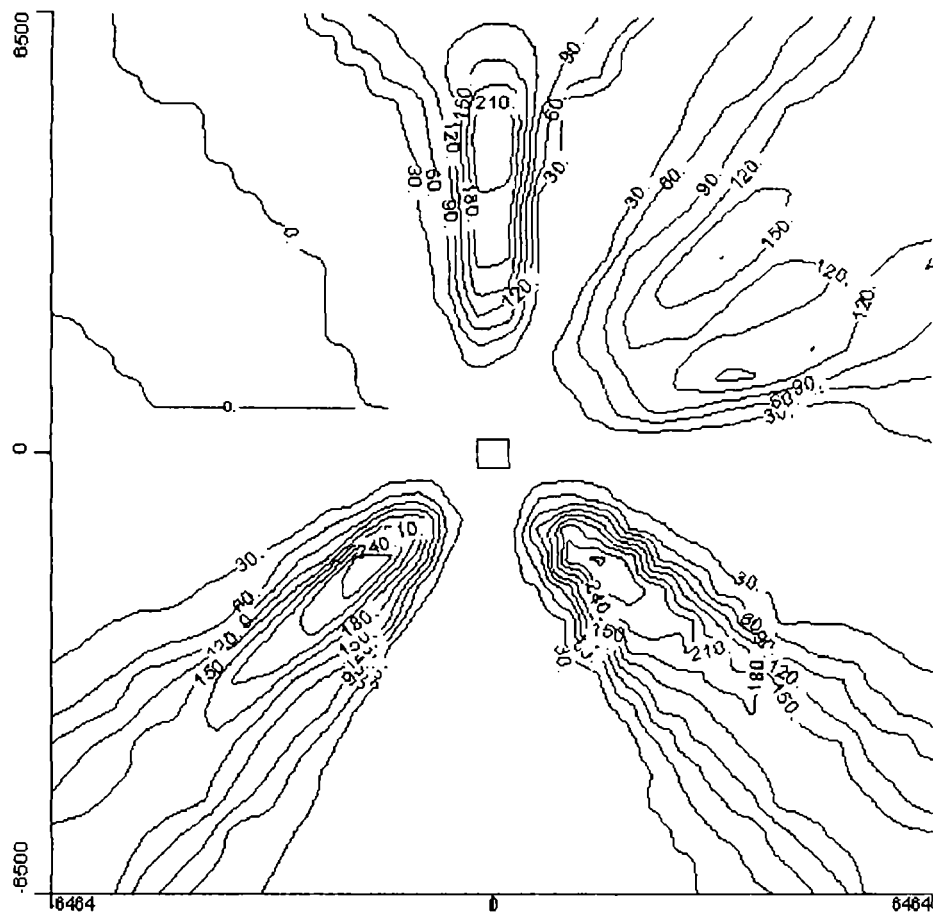


Figura 6.13. Distribuția medie la o oră a SO₂ (în µg/m³N) emis de coșurile CF3 și CF2 pentru episodul decembrie 1999, la sol, pe distanțe de 5 km, măsurate de la centrul grilei

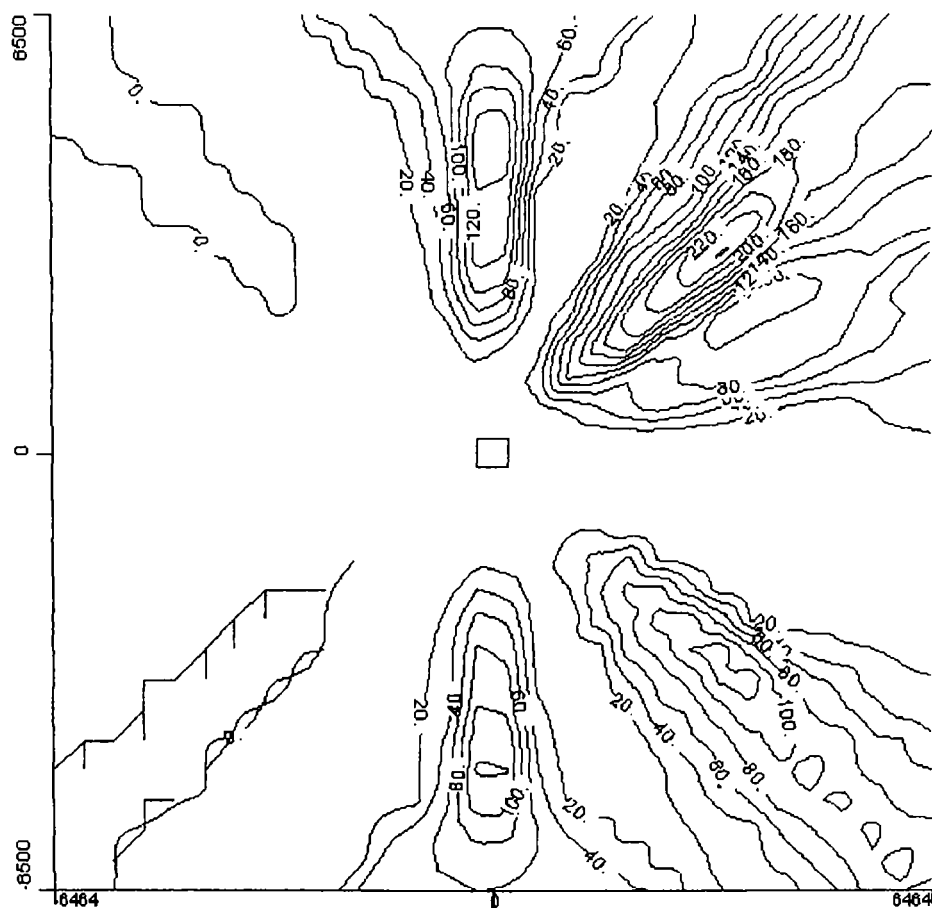


Figura 6.14. Distribuția medie la o oră a SO₂ (în µg/m³N) emis de coșurile CF3 și CF2 pentru episodul septembrie 1999, la sol, pe distanțe de 5 km, măsurate de la centrul grilei

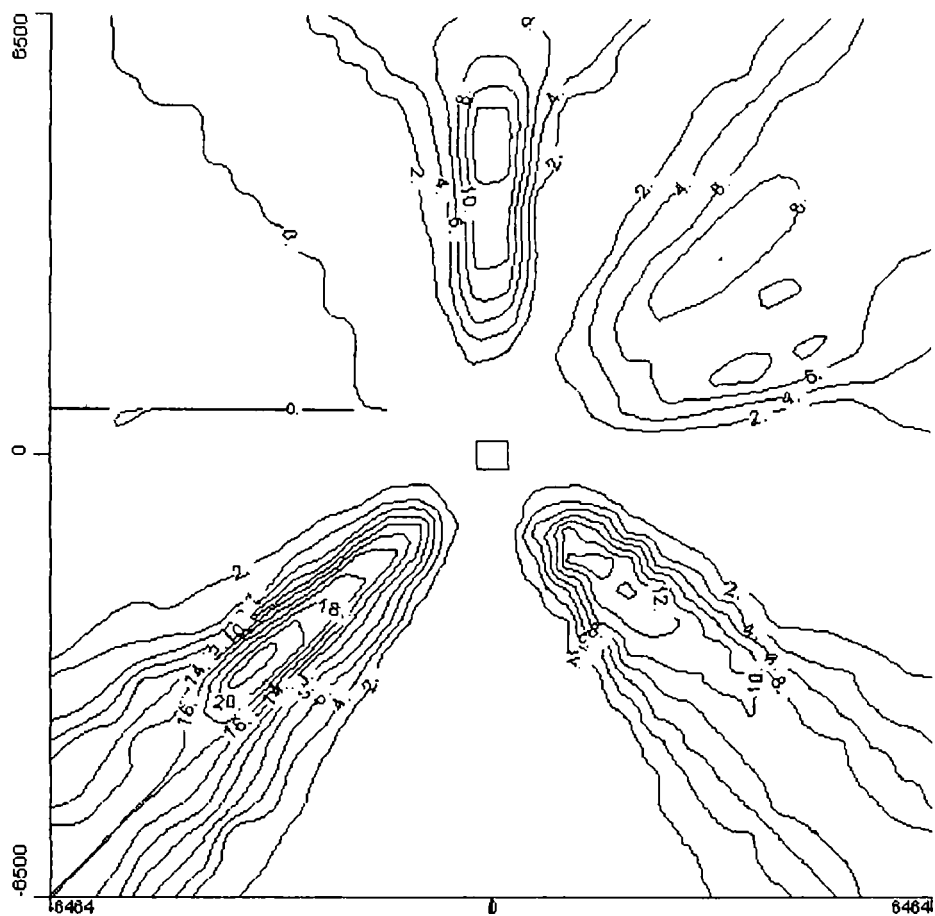


Figura 6.15. Distribuția medie la 24 de ore a SO₂ (în μg/m³N) emis de coșurile CF3 și CF2 pentru episodul decembrie 1999, la sol, pe distanțe de 5 km, măsurate de la centrul grilei

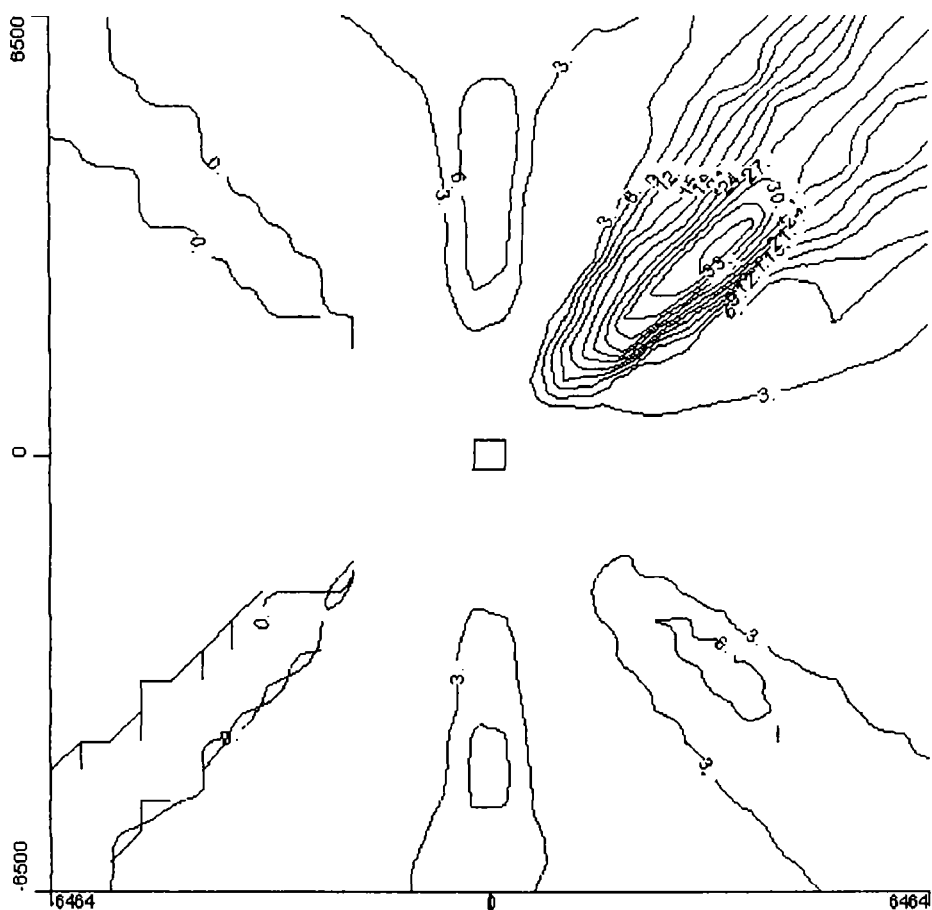


Figura 6.16. Distribuția medie la 24 de ore a SO₂ (în μg/m³N) emis de coșurile CF3 și CF2 pentru episodul septembrie 1999, la sol, pe distanțe de 5 km, măsurate de la centrul grilei

Tabelul 6.9

anul 1999

concentrația maxim admisibilă 17 g/m² lună

Denumire punct determinare	Distanța față de sursă	ian	febr	mar	apr	mai	iun	iul	aug	sept	oct	nov	dec
Vârț 1 N	3000 m	4,19	4,63	7,24	8,95	2,76	5,5	5,95	10,4	10,4	7,3	3,12	11,3
Vârț 2 N	1000 m	9,63	6,58	12,9	8,48	7,42	9,29	3,66	13,1	9,4	8,25	9,54	13,4
Poiana N-E	3000 m	10,8	12,7	7,1	13,2	5,37	5,94	5,92	8	7,99	11,4	8,61	12,7
Poiana N-V	2500 m	11,6	9,95	7,42	12,6	6,34	7,74	3,57	16,9	13,4	6,1	7,77	13,7
Rogojelu 1 S-V	1500 m	25,8	18,8	14,1	14,5	5,7	15,4	4,35	24,7	12,9	13,3	28,4	21,4
Rogojelu 2 S-V	500 m	144	60,5	27,6	58,7	6,48	30,2	20,2	121	48,1	53,8	57,9	65,2
Rovinari oraș S	1000 m	26,2	11,6	11,5	12,1	9,69	13,5	4,85	17,8	10,3	10,6	12,5	21,4
Rovinari priza N	700 m	24,9	12,1	12,4	12,5	7,05	11,9	4,9	24,9	13,3	10,1	13,9	16,8
Moi	5000 m	6,57	7,68	4,95	4,24	3,14	7,53	2,27	4,42	4,28	5,08	4,68	6,6
Peșteana S-V	13000m	4,34	5,03	4,37	8,92	6,89	5,32	2,91	6,07	5,53	3,55	2,33	5,75
Roșia S-V	2000 m	26,2	10,1	21,2	23,1	11,7	7,3	10,1	19,9	12,9	9,18	15,6	11,2
ore funct. blocul nr.3		520	526	723	277	0	151	525	553	369	667	646	555
ore funct. blocul nr.4		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ore funct. blocul nr.5		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46
ore funct. blocul nr.6		656	618	38	262	171	652	543	687	488	538	678	540

Tabelul 6. 10

anul 1999

Nr.crt.	Punct determinare	Distanța față de sursă	Concentrația medie anuală (g/m ² lună)	Concentrația maximă înregistrată (g/m ² lună)
1	Vârț 1 N	3000 m	6,81	11,3
2	Vârț 2 N	1000 m	9,3	13,3
3	Poiana N - E	3000 m	9,14	13,2
4	Poiana N - V	2500 m	9,76	16,9
5	Rogojelu 1 S - V	1500 m	16,6	28,4
6	Rogojelu 2 S - V	500 m	57,89	144
7	Rovinari oraș S	1000 m	13,66	26,2
8	Rovinari priza N	700 m	13,9	24,9
9	Moi	5000 m	5,51	7,68
10	Peșteana S - V	13000 m	5,08	8,92
11	Roșia S - V	2000 m	14,87	26,2

6.4.DESCRIEREA PROGRAMULUI DE MODELARE MATEMATICĂ A DISPERSIEI ATMOSFERICE ISC3 VIEW

Modelul de dispersie ISCST3 reprezintă un model staționar Gaussian, care poate determina concentrațiile poluanților emiși de un număr mare de surse. Unele dintre posibilitățile de modelare cu programul ISCST3 sunt [6.51]:

1. Modelarea dispersiei atmosferice a unui număr mare de poluanți;
2. Considerarea unor surse de poluare multiple, precum surse punctuale, de suprafață sau de volum;
3. Debitele de noxe pot fi considerate constante sau variabile orar, lunar sau pe durata unui anotimp. Acești factori de emisie pot fi definiți pentru o singură sau mai multe surse;
4. Poziția receptorilor poate fi definită printr-o grilă în coordonate Cartesiene sau polare;
5. Modelarea unui teren cu topografie complexă;
6. Folosirea datelor meteorologice reale care determină impactul asupra poluării atmosferice.

Față de versiunile anterioare, programul *ISC3 View* folosește o interfață nouă pentru modelul ISCST3. Această interfață a fost dezvoltată în mod deosebit pentru sistemul de operare Microsoft Windows și poate funcționa sub Windows 95, Windows NT, and Windows for Workgroups.

Interfața *ISC3 View* folosește cinci meniuri diferite pentru definirea fișierului cu datele de intrare pentru rularea modelului ISCST3, și anume:

1. Meniu de control (CO), unde se specifică scenariu de modelare;
2. Meniu surselor (SO), unde se definesc emisiile poluanților;
3. Meniu receptorilor (RE), unde se definește grila receptorilor;
4. Condițiile meteo (ME), unde se definesc condițiile meteorologice ale zonei cercetate;
5. Terenuri complexe (TG), opțiunea care ia în considerare zonele cu o topografie complexă;
6. Meniu de ieșire (OU), unde se specifică datele de ieșire necesare unei analize complete a impactului asupra aerului ambiant.

În programul ISC3 View fiecare dintre cele șase opțiuni este prezentată printr-o căsuță (Figura 6.17) care la rândul ei deschide prima fereastră din meniul respectiv. Restul opțiunilor sunt trecute în colțul de jos al fiecărei ferestre (Fig. 6.18).



Figura 6.17. Meniurile generale ale programului *ISC3 Viewpost*

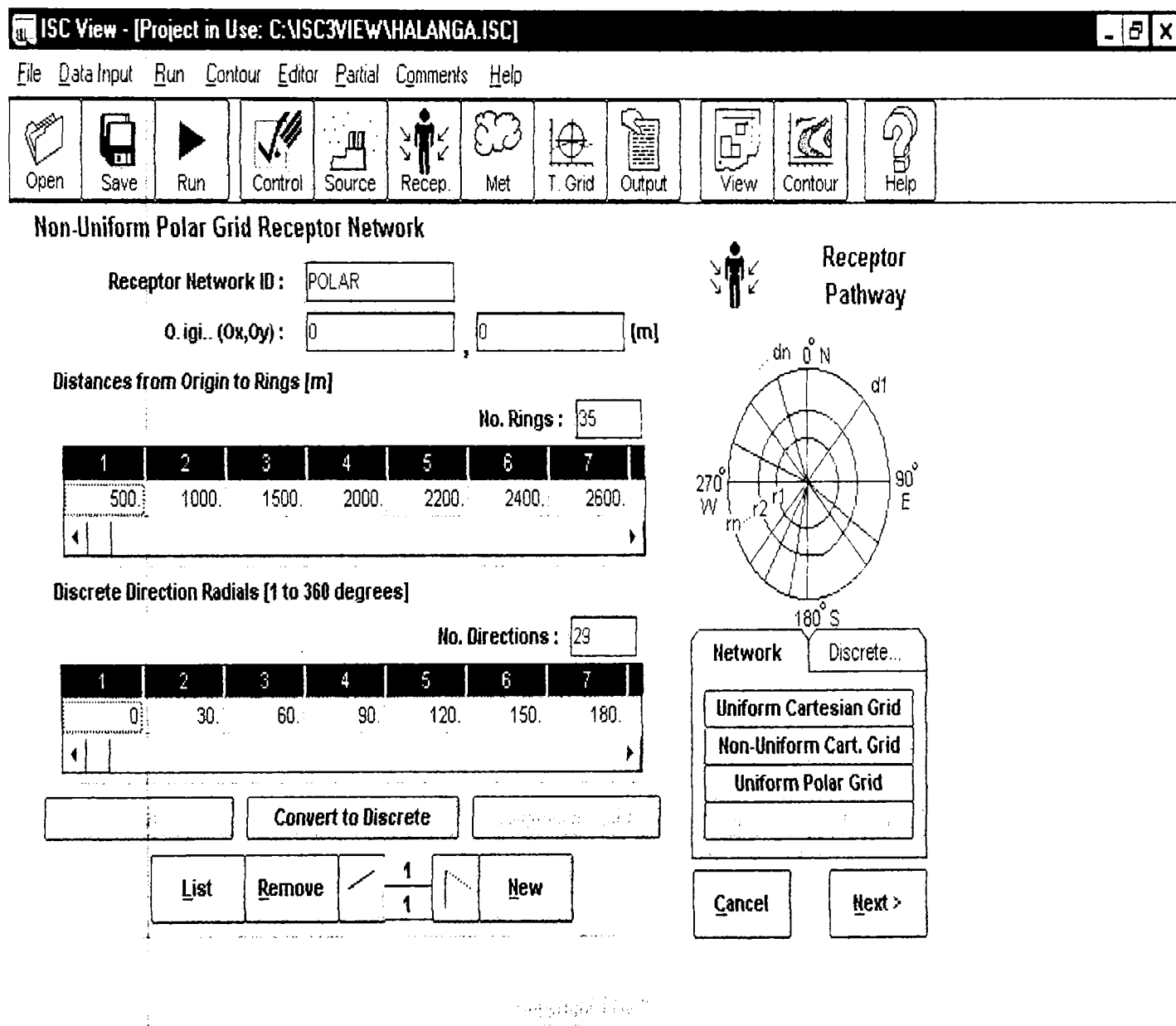


Figura 6.18. Fereastra pentru definirea grilei

Programul ISC3 View permite modelarea unui număr de max. 300 de surse, folosind o grilă cu max. 1200 de receptori și cel mult patru grupuri de surse.


În final, rularea programului se realizează după verificarea tuturor datelor introduse în scenariul de modelare, prin fereastra numită Stadiul actual al Proiectului (Figura 6.19).

Project Status [X]

Input File : HALANGA.INP Output File : HALANGA.OUT

Control Source Receptor Meteorology Terrain Grid Output

Dispersion Options : DEFAULT

Output Types : CONC - 

Dispersion Type : URBAN

Plume Depletion : ---- Run Option : RUN

Pollutant : OTHER Optional Files :

Averaging Time : 1 24 PERIOD EVENT Input File : NO

Exponential Decay : NO Re-Start File : NO

Terrain Height : FLAT Error Listing File : NO

Terrain Algorithms : SIMPLE TERRAIN

Flagpole Receptors : NO (0.0 m)

Your Project Input seems to be Complete. You Can RUN Now.

Help Print Details Run Close

Figura 6.19. Fereastra de verificare a datelor introduse în program

În partea superioară a ferestrei sunt trecute fișierele de intrare respectiv de ieșire din program, iar în partea inferioară apare mesajul prin care se confirmă corectitudinea datelor introduse în proiect. Programul permite procesarea grafică a rezultatelor modelării. Aceasta se realizează printr-un program special numit ISC View Post - procesor cu care se pot trasa curbele de aceeași concentrație pentru fiecare opțiune definită în scenariu inițial.

Bibliografie

- 6.1. Antonescu, N.: *Reducerea emisiilor de NO_x prin controlul temperaturii de ardere*, Energetica, seria A, nr.1, 1994, p.31-36.
- 6.2. Rojanski, V., ș.a.: *Economia și protecția mediului*, Editura Tribuna Economică, București, 1997.
- 6.3. Păsculete, E.: *Tehnologii moderne pentru îndepărtarea NO_x din gazele de ardere ale centralelor care folosesc combustibili solizi*, Energetica, seria A, nr.4, 1994, p.185-192.
- 6.4. Ionel, Ioana, Ungureanu, C.: *Denoxarea gazelor de ardere folosind procedeul SNCR cu injecție de uree*, Energetica, seria A, nr.6, 1993, p.76-80.
- 6.5. Ionel, Ioana, Ungureanu, C., Stoian, F.: *Denoxarea gazelor de ardere prin procedeul SNCR cu injecție de amoniac*, Energetica, seria A, nr.3, 1994, p.117-124.
- 6.6. Ataman, E., ș.a.: *Desulfurarea gazelor de ardere prin aditivarea cărbunilor precombustie*, Energetica, seria A, nr.3, 1991, p.115-121.

- 6.7. Ataman, E.: *Procedee uscate de desulfurare a gazelor de ardere*, ENERG, Editura Tehnică, București, nr.1, 1986, p.145-173.
- 6.8. Ataman, E.: *Considerații asupra reducerii poluării cu SO₂*, Energetica, seria A, nr.5, 1992, p.207-213.
- 6.9. Moțoiu, C.: *Centrala termoelectrică și mediul înconjurător*, ENERG, vol.1, Editura Tehnică, București, 1986, p.140-144.
- 6.10. Hristescu, G.: *Tehnologii de desulfurare*, Energetica, seria A, nr.4, 1994, p.174-181.
- 6.11. Racoceanu, C.: *Studiul de audit pentru C.T.E. Rovinari*, Referat nr.2 teza de doctorat, Universitatea Politehnica Timișoara, 1997.
- 6.12. ***** *Legea Protecției Mediului (nr.137) în România*, Monitorul Oficial al României, Anul VII nr.304/30.12.1995.
- 6.13. ***** *Aer din zonele poluate. Condiții de calitate*, STAS 12574-87.
- 6.14. Ungureanu, C., Ionel, Ioana, Goia, H.: *Aspecte ale arderii cărbunilor inferiori din România. Emisia de noxe gazoase la CET Oradea*, Energetica, seria A, nr.1, 1998, p.17-26.
- 6.15. Ionel, Ioana, Ungureanu, C., Stoian, F., Lelea, D.: *Posibilități de evaluare a impactului asupra mediului ambiant generat de centralele termice românești*, Energetica, seria A, nr.9, 1998, p.404-411.
- 6.16. Ionel, Ioana, Ungureanu, C.: *Arderea și combaterea poluării la cazane*, Curs universitar, Universitatea Tehnică Timișoara, 1994.
- 6.17. Ionel, Ioana: *Dispersia noxelor*, Note de curs, Universitatea "Politehnica" Timișoara, 1999.
- 6.18. Totolici, D.: *Analiza automată continuă*, Editura Tehnică, București, 1967.
- 6.19. Rozendaal, H.: *Operational experience with a low-NO_x pulverized coal fired boiler firing imported coals at Maasvlakte Power*, Arnhem, 1996.
- 6.20. ***** PE 229, *STAS pentru calculul înălțimii coșurilor*, 1984.
- 6.21. ***** *ICS3 Dispersion Modelling Application*, Environmental Protection Agency, USA, 1998.
- 6.22. ***** *Ordinul 462*, MAPPM, 1993.
- 6.23. ***** *Strategia de restructurare și dezvoltare a industriei energiei electrice și termice în România în perioada 1995-2000*, Sinteză, material intern ISPE, 1995.
- 6.24. Racoceanu, C.: *Parametrii tehnico-funcționali ai C.T.E. Rovinari*, Referat nr.1, Teza de doctorat, Timișoara, 1996.
- 6.25. Baumbach, G.: *Air Quality Control*, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1996.
- 6.26. BCECOM-ALLPLAN-COWI-GOPA-MARCH, *Impactul asupra mediului a centralelor termoelectrice*, 1999.
- 6.27. Țuțuianu, O.: *Impactul legislației de protecție a mediului asupra sectorului energetic*, Energetica, seria B, nr.3, 1998, p.134-139.
- 6.28. Țuțuianu, O., Fulger, E., Vieru, A., Feher, M.: *Premise și soluții privind o abordare globală a emisiilor de poluanți gazoși și pe ansamblul termocentralelor RENEL*, Energetica, seria A, nr.2, 1996, p.72-75.

- 6.29 Scripcariu, D., Scripcariu, M., Comănescu, Gh., Buhuș, P.: *Un punct de vedere privind criteriile economice pentru alegerea proiectelor de investiții și pentru modernizarea instalațiilor energetice*, Energetica, seria A, nr.2, 1996, p.76-79.
- 6.30. Țuțuianu, O., Stănciulescu, G., Achim, B.: *Metoda de calcul privind respectarea cu costuri minime a normelor pentru emisiile de SO₂ la termocentralele CONEL pe cărbune*, Energetica, nr.1, 1999, p.23 - 26.
- 6.31. Neaga, C., Pîșa, I.: *Influența introducerii liniare a aerului secundar în jetul primar asupra dinamicii formării monoxidului de azot termic*, Energetica, nr.1, 1999, p.27 - 35.
- 6.32. Paliță, V., Cruceru, M., Racoceanu, C., Diaconu, B.: *Impactul C.T.E. Rovinari asupra mediului*, Sesiunea de comunicări științifice, ediția a VI-a, Tg-Jiu, 10 noiembrie 2000, p.251-257, Editura Ager Târgu-Jiu, 2000.
- 6.33. Racoceanu, C., Paliță, V., Cruceru, M., Diaconu, B.: *Studiul sistemelor de control a emisiilor poluante la C.T.E. Rovinari*, Analele Universității " Constantin Brâncuși" Seria A, nr.5, pag.171-177, Sesiunea de comunicări științifice, ediția a V-a, Tg-Jiu, 29 oct. 1999.
- 6.34. Racoceanu, C., Paliță, V., Cruceru, M., Diaconu, B.: *Posibilități de reducere a emisiei de pulberi rezultate la arderea ligniților inferiori la C.T.E. Rovinari*, Sesiunea de comunicări științifice, ediția a VI-a, Tg-Jiu, 10 noiembrie 2000, p.237-243, Editura Ager Târgu-Jiu, 2000.
- 6.35. Racoceanu, C., Paliță, V., Cruceru, M., Diaconu, B.: *Cercetări privind dispersia noxelor rezultate la arderea ligniților inferiori la C.T.E. Rovinari*, Sesiunea de comunicări științifice, ediția a VI-a, Tg-Jiu, 10 noiembrie 2000, p.245-250, Editura Ager Târgu-Jiu, 2000.
- 6.36. Lăzăroiu, Gh., Apostol, T.: *Modelarea matematică a dispersiei poluanților în atmosferă*, A XXII-a Conferință Națională de termoenergetică și termoficare, lucrarea III.25, Poiana Brașov, 6-8 decembrie, 1995.
- 6.37. Pasquill, F.: *The estimation on the dispersion of windborne material*, Meteorological Magazin, London, 1961.
- 6.38. Tumanov, S.: *Calitatea aerului*, Editura Tehnică, București, 1989.
- 6.39. Pop, Gh.: *Introducere în meteorologie și climatologie*, Editura Tehnică, București, 1987.
- 6.40. Lăzăroiu, Gh.: *Protecția atmosferei împotriva poluării*, Editura Printech, București, 1998.
- 6.41. Barnea, M., Ursu, P.: *Protecția atmosferei împotriva impurificării cu pulberi și gaze*, Editura tehnică, București, 1969.
- 6.42. Ursu, P., ș.a.: *Protejarea aerului atmosferic*, Îndrumător practic, Editura Tehnică, București, 1978.
- 6.43. Moțoiu, C., ș.a.: *Emisia de SO₂ și reducerea ei*, Proceeding Tempus - Envirom, Universitatea de vară, Protecția mediului în România, p.331-334, București, 6-10 iunie, 1994.
- 6.44. Twomey, S.: *Atmospheric Aerosolos*, New York, 1977.
- 6.45. Moțoiu, C., ș.a.: *Modelarea producerii și reducerii oxizilor de azot la centralele electrice*, Revista societății române pentru protecția atmosferei, SOROPA, nr.4, anul IV, 1995.

- 6.46. Gradel, T.: *Chemical Compounds in the Atmosphere*, Academic Press, New York, 1978
- 6.47. *****, *Magazin internațional*, nr.374, 2000, p.3.
- 6.48. Bank, M.: *Basiswissen*, Umwelttechnik, Vogel Verlag, Wurzburg, 1993.
- 6.49. RENEL.GSCE: *Protecția mediului în energetică*, Buletin Informativ pentru Energie, nr.2, 1998, p.5-10.
- 6.50. Mihăileanu, C.: *Evoluția resurselor energetice mondiale în viziunea CME*, Energetica, Seria A, nr.6, 1999, p.29-37.
- 6.51. *****, *Users Guide ISC3 View for Windows*, Lakes Environmental Software, 1996-1998.
- 6.52. Ionel, Ioana, Ungureanu, C.: *Termoenergetica și mediul*, Editura Tehnică, București, 1996.
- 6.53. Ataman, E., ș.a.: *Metodologie pentru analiza impactului centralelor asupra mediului. Rezultate și concluzii*, Sesiunea omagială ICEMENERG, vol.III-5, București, 1995.

Capitolul 7

CONCLUZII GENERALE; IMPACTUL C.T.E. ROVINARI ASUPRA MEDIULUI

Situația cazanelor de la C.T.E. Rovinari (durata restantă de viață în anul 2000) este prezentată în tabelul 7.1.

Tabelul 7.1.

Nr. cazan	Tipul cazanului	Capacitatea cazanului MW termici	Combustibil principal / auxiliar	An PIF	Durata de viață-proiect (ani)	Durata de viață restantă în 2000 (ani)
1.	VZKG 645	246	Lignit / păcură+gaze	1972	35	7 (în conservare)
2.	VZKG 645	246	Lignit / păcură+gaze	1973	35	8 (în conservare)
3.	VULCAN	878	- " -	1976	35	11
4.	VULCAN	878	- " -	1977	35	12
5.	VULCAN	878	- " -	1978	35	13
6.	VULCAN	878	- " -	1979	35	14

Grupurile energetice nr.5 și nr.6 au fost re tehnologizate în cadrul programului A2. La grupul energetic nr.4, în cursul anului 1999 au început lucrările de reparație cu modernizări care se vor finaliza în luna martie 2001, într-o perspectivă apropiată fiind prevăzută începerea lucrărilor de reparații cu modernizări și la grupul energetic nr.3. Luînd în considerare rezultatele evaluării emisiei de noxe la C.T.E. Rovinari se pot menționa următoarele concluzii :

7.1. Praful de cenușă

Prin aplicarea programului de re tehnologizare, s-a urmărit și îmbunătățirea randamentului de funcționare al electrofiltrelor cazanelor C6 și C5. Conform documentației tehnice întocmită anterior începerii lucrărilor de re tehnologizare, în urma reparației s-a urmărit obținerea unei concentrații a pulberilor în gazele de ardere de 300 mg/Nm³ pentru cazanul nr.6 , respectiv de 200 mg/Nm³ pentru cazanul nr.5. Aceste valori, depășesc însă în prezent limitele admise de legislația în vigoare, începând cu data de 01.01.1998. Față de valoarea concentrației limită de 100 mg/m³_N, admisă prin Legea Protecției Mediului, în cursul anului 1999, concentrația medie evaluată a pulberilor în gazele de ardere a înregistrat valori cuprinse între 231,67 mg/m³_N la cazanele grupurilor re tehnologizate și 689,67 mg/m³_N la cazanul C3.

Pentru încadrarea în limitele admise a concentrației pulberilor în gazele de ardere evacuate în atmosferă ,se propune realizarea în continuare a unor lucrări de modernizare pentru electrofiltrele grupurilor energetice nr.3, 4, 5 și 6, constând din:

1. montarea unor electrozi de emisie de tip nou ;
2. mărirea pasului electrozilor la 400 mm;
3. trecerea de la tensiunea de 78 kV la cea de 111 kV ;
4. montarea unui sistem de control a concentrației de praf în gaze la ieșirea din electrofiltru (opacimetre);

5. montarea unui echipament de automatizare cu comandă automată și posibilități de transmitere a informațiilor la distanță;

6. supraînălțarea electrofiltrelor existente cu circa 1,5 m, pentru mărirea înălțimii active a electrofiltrelor.

7.2. Oxizii de azot

Valorile măsurate ale concentrației oxizilor de azot în gazele de ardere $324\text{mg/m}^3_{\text{N}}$ și $337\text{mg/m}^3_{\text{N}}$ (cazanul C6) sunt mai mici decât cele admise de normele românești ($400\text{mg/m}^3_{\text{N}}$). Concentrația evaluată a oxizilor de azot în gazele de ardere uscate a avut în anul 1999 valori cuprinse între $569,62\text{mg/Nm}^3$ (cazanele C5 și C6) și $540,08\text{mg/m}^3_{\text{N}}$ (cazanul C3) depășind valoarea limită admisă.

Prima măsură propusă pentru reducerea emisiilor de NO_x este optimizarea condițiilor de funcționare. Funcționarea cu exces de aer scăzut până la necesarul minim arderii complete, este eficientă pentru controlul formării NO_x din combustibil și pentru obținerea unei cantități mai mici de NO_x termic. Aplicarea acestei tehnologii necesită un control mai atent al concentrației de oxigen, deoarece gradul de ardere al carbonului scade dacă excesul de aer este prea scăzut. Un exces de aer scăzut poate conduce nu numai la reducerea emisiilor de NO_x , dar și a celor de SO_3 care pot cauza murdărirea și coroziunea preîncălzitoarelor de aer și a dispozitivelor de control a emisiilor de particule. Funcționarea cu exces de aer scăzut poate conduce la o scădere de 15-25 % a NO_x cu costuri minime.

A doua măsură propusă pentru reducerea emisiilor de NO_x este introducerea arzătoarelor cu NO_x scăzut împreună cu arderea în trepte. În cazul arderii cu trepte de aer, cărbunele este ars în vecinătatea sau sub nivelele stoichiometrice de oxigen (condiții de exces de combustibil). Acest lucru reduce disponibilitatea de oxigen în prima zonă de ardere, fiind eficient pentru controlul NO_x din combustibil. După aceea se introduce aerul secundar (15-25 % din totalul de aer necesar arderii) deasupra liniei de arzătoare, pentru a completa procesul de ardere la o temperatură scăzută. Emisiile de NO_x sunt reduse cu până la 35 %. Arderea în trepte este eficientă din punct de vedere al costului, dar nu se poate aplica singură datorită reducerii limitate de NO_x și pentru că accelerează coroziunea pereților țevilor și duce la creșterea murdării și depunerii de zgură. Arzătoarele cu NO_x scăzut împreună cu arderea în trepte, conduc la reducerea de NO_x cu 30-60 %. Scopul etapizării aerului în arzător este acela de a întârzia amestecul cărbune-aer în zona arzătorului, la fel ca la arderea în trepte. În aceste arzătoare, o parte din flacără se află în condiții de exces de combustibil. Excesul de hidrocarburi, radicalii conținând hidrogen/oxigen și azot, interacționează prevenind formarea de NO_x .

A treia măsură propusă pentru reducerea de NO_x este arderea în trepte de combustibil (rearderea) utilizând cărbune, păcură sau gaz natural. Această metodă are un potențial de reducere a NO_x între 40-70 %. Arzătoarele cu NO_x scăzut nu sunt folosite în acest caz, deoarece scăderea temperaturii poate duce la alterarea condițiilor de topire a zgurii și deci la un drenaj necorespunzător al acesteia din cazan. Rearderea înlocuiește în mod uzual cam 15-20 % din totalul de căldură intrată în cazan. Din punct de vedere al căldurii intrate, aproximativ 80-85 % din cantitatea de cărbune este arsă în zona de ardere principală, urmată de etapa introducerii a 15-20 % în zona de reardere, amplasată la o înălțime ridicată în cazan. Radicalii rezultați din arderea combustibilului de reardere

reduc NO_x și N_2 . Aerul adițional (aerul de reardere) este introdus deasupra zonei pentru a asigura o ardere completă.

A patra măsură propusă pentru reducerea NO_x constă în analizarea oportunității folosirii unor procedee de denoxare din grupa SNCR (reducere selectivă necatalitică) ca fiind cele mai ieftine și suficient de eficiente, în raport cu procedeele SCR (reducere catalitică selectivă). Aceste procedee au la bază reacții chimice selective între amoniac sau uree cu NO_x conducând la o reducere a acestuia din urmă la azot și apă. La temperaturi înalte ale gazelor de ardere (900-1200 °C) nu este nevoie de catalizatori pentru ca reacția să aibă loc (SNCR). Catalizatorul este necesar la temperaturi mici (300-400°C). SCR este cea mai eficientă tehnologie de control a NO_x dar este relativ scumpă reclamând spații mari de amplasare. Costul de capital pentru SNCR, conform studiilor, variază între 10-25 \$/kW_{el}, fiind mult mai scăzut decât cel pentru SCR [6.26].

7.3. Monoxidul de carbon

Valorile măsurate ale concentrației monoxidului de carbon în gazele de ardere 77 mg/m³_N și 90 mg/m³_N (cazanul C6) și valorile evaluate prin calcul 35,4 mg/m³_N (cazanele C3, C5, C6) sunt mai mici decât cele admise de normele românești (250 mg/m³_N).

7.4. Dioxidul de sulf

Valorile măsurate ale concentrației dioxidului de sulf în gazele de ardere 5233 mg/m³_N și 3872 mg/m³_N (cazanul C6) ca și valorile evaluate prin calcul, cuprinse între 3.908,7 mg/m³_N (cazanul C3) și 4.231,27 mg/m³_N (cazanele C5 și C6), depășesc cu mult valoarea maximă admisă, care pentru puteri termice mai mari de 500 Mw este de 400 mg/m³_N. Explicația apariției unei concentrații așa de mari a SO₂-ului în gazele de ardere uscate, este legată de conținutul de sulf combustibil S_c foarte ridicat al combustibilului folosit.

Prima măsură propusă pentru reducerea concentrației bioxidului de sulf în gazele de ardere pentru cazanele de la CTE Rovinari, este reducerea conținutului de sulf din lignit prin îmbogățire (spălare - separare gravitațională în medii dense, separare magnetică, flotație). Îmbogățirea poate asigura o reducere cu 30-50% a conținutului de sulf total din cărbune (sulful din sulfati și sulful piritic), în același timp cu reducerea conținutului de steril și creșterea puterii calorifice. Deși balanța economică înclină spre folosirea cărbunelui brut sau eventual spălat sumar (estimările de cost publicate pentru curățirea fizică a cărbunelui variază de la 2-3\$/t la 2-30\$/tona de cărbune [6.26]), necesitatea respectării normelor de emisie face ca îmbogățirea prin spălare să fie adoptată ca soluție, împreună cu o desulfurare postcombustie a gazelor de ardere.

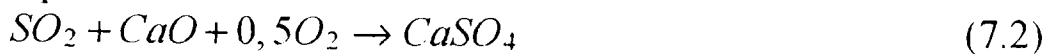
A doua măsură propusă pentru reducerea concentrației bioxidului de sulf în gazele de ardere uscate este legarea unei părți din sulf în timpul procesului de ardere în focar, prin folosirea procedeelor primare de desulfurare. Aceste procedee implică un concept relativ simplu, un absorbant uscat fiind utilizat pentru capturarea SO₂ în cazan. Produsele de desulfurare și absorbantii neutilizați sunt captați împreună cu cenușa zburătoare în echipamentul de reținere a particulelor.

Practica de până în prezent [4.5] a dovedit că pentru instalațiile de cazane cu o speranță de viață redusă, se asigură un grad de desulfurare a gazelor de ardere de 50% printr-un procedeu primar, injectând carbonat de calciu (CaCO₃) sub formă de pulbere în focar, unde se petrec următoarele reacții :

- la temperatura de 800 - 900°C :



- la temperatura de 900 - 1200 °C :



Încercările experimentale au dovedit că finețea pulberii de calcar are o importanță majoră, diametrul maxim admis al particulelor recomandându-se a fi sub 60μm. Dimensiunile mici ale particulelor asigură un amestec bun al acestora cu gazele de ardere, acest lucru fiind esențial în cazul timpilor de staționare reduși. Concentrația reactivului are un rol important până la raportul molar Ca/S egal cu 4. Peste această valoare se constată o aplatisare a curbei de reținere a bioxidului de sulf [4.5]. Dozarea carbonatului de calciu se poate face fie sub formă de granule pe benzile de transport a lignitului, fie sub formă de praf, în curentul de aer secundar insuflat prin arzător.

Procedeele secundare (uscate, semiuscate sau umede) de reținere a SO₂-ului din gazele de ardere care au părăsit focarul, injectând anumite substanțe active (NH₃, NaHCO₃, CaCO₃, Mg(OH)₂ în stare gazoasă, soluții sau suspensii în apă) realizează un grad mai mare de desulfurare. Cel mai ridicat grad de desulfurare (80-85%) se obține prin procedeele umede, când legarea bioxidului de sulf se face prin absorbție, dar instalațiile necesare sunt ancombrante, necesită investiții mari (150-200\$/kw electric), cheltuielile de exploatare determinând creșterea prețului kw-ului produs cu 8-14% [6.26]. Din cauza gabariturii și a complexității, în genere, asemenea instalații se iau în considerare numai în cazul proiectării unui grup nou, când bioxidul de sulf reținut din gazele de ardere, urmează să fie folosit ca materie primă pentru producerea acidului sulfuric, sulfului sau gipsului, deci a unor produse vandabile, ceea ce îmbunătățește simțitor aspectul economic.

În condițiile tehnico-economice actuale, având în vedere aspectele mai sus menționate, la cazanele din C.T.E. Rovinari nu se pot aplica procedeele secundare de desulfurare a gazelor de ardere.

7.5. Cenușa și zgura

O problemă deosebită, dificil de rezolvat, este cea a depozitării și valorificării cenușii și zgurei rezultate din arderea ligniților. Depozitarea acestora necesită suprafețe mari de teren și consumuri mari de apă pentru transport (la 1kg de cenușă se folosesc circa 10 litri de apă) Depozitele de cenușă ale C.T.E. Rovinari reprezintă o sursă de poluare a mediului deloc neglijabilă. Pentru reducerea nivelului de poluare a mediului se recomandă adoptarea următoarelor măsuri:

1. Retehnologizarea operației de evacuare a cenușii, prin adoptarea așa-numitei tehnologii de evacuare cu fluid dens, care necesită doar 1litru de apă la 1kg de cenușă;
2. Realizarea unor lucrări de supraînălțare la depozitele CICANI și BETEREGA pentru asigurarea unui spațiu de depozitare de rezervă;
3. Realizarea unor instalații de stropire pentru fixarea cenușii pe halde;
4. Redarea circuitului agricol a depozitelor care au atins cota finală.

Impactul C.T.E. Rovinari asupra mediului

Poluanții rezultați din arderea combustibililor fosili conduc nu numai la deteriorarea calității atmosferei, ci și a celorlalți factori de mediu, biotici și abiotici. Poluanții au efecte negative asupra calității mediului nu numai ca atare, deci ca poluanți primari, ci și prin produsele lor de reacție în atmosferă, poluanții secundari. Se remarcă de asemenea, efectele sinergice ale noxelor rezultate din arderea combustibililor

fosili.Laboratorul de poluare și protecție a mediului din ICEMENERG BUCUREȘTI a conceput o *metodologie de elaborare a studiilor de impact pentru* termocentralele noi, respectiv pentru cele deja în funcțiune [6.53].Identificarea și evaluarea impactului potențial (pozitiv sau negativ), datorat funcționării unei centrale auditate asupra factorilor biotici și abiotici de mediu, precum și a comunităților umane, se realizează prin cuantificarea efectelor poluanților.Efectele se clasifică după intensitate (mică sau mare), după durata de acțiune (termen scurt sau lung) și după teritoriul pe care se fac resimțite (regional sau local). Se definesc în final *nivelul de gravitate al impactului* (major, minor, neglijabil) și se realizează *grila de evaluare a impactului* obiectivului auditat asupra mediului [6.52].

Din datele prezentate în cadrul tezei de doctorat, rezultă că în prezent, C.T.E. Rovinari nu este pregătită în totalitate pentru funcționarea ecologică. Funcționarea cazanelor se înscrie din punct de vedere ecologic în prescripțiile privind emisiile maxim admise, doar în cazul monoxidului de carbon și luând în considerare valorile măsurate și în cazul oxizilor de azot. Emisiile de dioxid de sulf sunt foarte greu de redus în condițiile financiare actuale, iar reducerea emisiilor de praf impune continuarea variantelor de modernizare a electrofiltrelor.Înălțimile efective foarte mari ale coșurilor de fum (înălțimea fizică a coșului și supraînălțarea penei de poluant) conduc la valori ale concentrațiilor de imisii mici și foarte mici, atât pentru timp de expunere lung, cât și pentru o expunere pe termen scurt. Coșurile de fum înalte asigură un sistem de dispersie foarte bun la scară regională, dar implică totodată riscul transportului de poluanți transfrontieră, prin pânze captive.Din analiza valorilor numerice ale concentrațiilor maxime de imisii, se constată că ele se mențin sub limitele admise de legislația în vigoare atât la media la 30 minute cât și pentru media la 24 ore(subcapitolul 6.2).

Ținând cont de faptul că emisiile de poluanți sunt continue, cu debite fluctuante și cu compoziții variabile, ca urmare a regimului de funcționare și a compoziției neunitare a combustibililor utilizați, concentrațiile poluanților în imisie nedepășind concentrațiile maxim admise, se poate aprecia că impactul generat de funcționarea C.T.E. Rovinari asupra factorilor de mediu în condițiile prezentate în cadrul tezei de doctorat , este un *impact minor negativ* [6.53], nereprezentând un factor de risc pentru zonele adiacente investigate și care cuprind distanțe de până la 5 km față de sursa de emisie.

C.T.E. Rovinari, prin amplasarea haldelor de cenușă, scoate din circuitul agricol o suprafață apreciabilă de teren, cu posibilități de restituire.Poluarea solului cu cenușa spulberată de pe haldele C.T.E. Rovinari este atenuată de caracteristica solului din zonă, sol sensibil la depunerile acide (cenușa având un caracter alcalin). Se poate aprecia că această poluare are un *impact minor negativ* asupra solului [6.53].

În datele furnizate de Agenția de Protecție a Mediului Târgu-Jiu nu există referiri la efecte negative asupra florei și faunei, cu menționarea specială a poluării datorate C.T.E. Rovinari[5.9].Se poate aprecia că există un *impact neglijabil* asupra florei și faunei.În aprecierea impactului C.T.E. Rovinari asupra factorilor de mediu, trebuie luată în considerație ponderea efectelor benefice ale acestui obiectiv industrial asupra economiei naționale și locale: furnizarea de energie electrică și termică, valorificarea resurselor naturale (utilizarea cărbunelui inferior-cu exploatare locală), oferta de locuri de muncă. Se poate aprecia că în grila de evaluare a impactului C.T.E. Rovinari este figurat și *impactul major pozitiv* [5.9].

În viitorul apropiat se va impune cu siguranță introducerea unor tehnologii de ardere curate sau de curățire a gazelor de ardere, pentru a reduce la limitele legale impactul asupra mediului ambiant, în speță asupra calității aerului, solului și apelor din imediata sau mai îndepărtata vecinătate a C.T.E. Rovinari.

Monitorizarea cât mai completă a impactului C.T.E. Rovinari asupra factorilor de mediu aer, apă și sol în zona proximală, trebuie să intre în activitatea de rutină a compartimentelor tehnice de specialitate ale termocentralei, pentru a putea dispune de datele necesare elaborării analizelor de impact și a auditurilor de mediu.

Pentru C.T.E. Rovinari se propune un *proiect de rețea de monitoring al calității aerului*, având următoarele obiective principale :

- 1) determinarea calității aerului în zona Rovinari și în zonele de influență datorată funcționării centralei;
- 2) atestarea respectării standardelor de calitate a aerului;
- 3) fundamentarea, stabilirea și evaluarea eficienței măsurătorilor de control a surselor ;
- 4) dezvoltarea și aplicarea strategiilor de control și de reglementări.

Gama de poluanți care se urmăresc în proiect cuprinde:

- bioxidul de sulf (SO_2);
- oxizii de azot (NO_x);
- pulberile în suspensie;
- pulberile sedimentabile.

Activitatea de supraveghere a calității aerului, presupune executarea continuă și sistematică a următorului program de măsurători :

- prelevări de probe pe intervalul 30 minute, cu o periodicitate de maxim 3 ore (8 probe zilnice la orele 02, 05, 08, 11, 14, 17, 20 și 23, ore care reprezintă termenele sinoptice pentru efectuarea măsurătorilor meteorologice în vederea asigurării corelării datelor), care permit punerea în evidență a concentrațiilor mari (vârfuri de poluare), asigurându-se minim 8 probe x 15 zile = 120 probe de poluanți gazoși pe lună;

- prelevări de probe pe intervale de 24 ore, asigurându-se minim 15 valori lunare-poluanti gazoși și pulberi în suspensie;
- prelevări de probe pe intervale de o lună - pulberi sedimentabile.

Ținând seama de distribuția spațială a concentrațiilor de poluant pe termen lung și pe termen scurt, se propune următoarea rețea de monitoring al calității aerului:

- comuna Fărcășești;
- comuna Câlnic;
- oraș Rovinari;
- comuna Șomănești;
- comuna Rogojelu (în eventualitatea unor scăpări necontrolate de poluanți la nivelul solului).

Concentrațiile bioxidului de sulf, oxizilor de azot cu timp de recoltare de maxim 30 minute și concentrațiile pulberilor în suspensie cu timp de recoltare de 24 ore, se propune a fi supravegheată în patru puncte de recoltare amplasate astfel:

- comuna Roșia-Jiu ;
- comuna Câlnic ;
- oraș Rovinari ;

- comuna Rogojelu.

Pentru supravegherea concentrațiilor pulberilor în suspensie (cu timp de recoltare lunar) se propun 10 puncte de amplasare:

- comuna Roșia-Jiu ;
- comuna Câlnic ;
- oraș Rovinari ;
- Rovinari-priza de apă ;
- comuna Șomănești ;
- comuna Vârț ;
- comuna Moi ;
- comuna Rogojelu ;
- comuna Peșteana ;
- comuna Telești .

Pentru concentrațiile de poluanți gazoși, cu timp de recoltare de 24 ore, se propun sisteme de recoltare manuală și metode chimice (analiza spectrofotometrică).

Pentru concentrațiile de poluanți cu timp maxim de recoltare 30 minute, se propun sisteme semiautomate cu recoltare manuală, metode chimice (analiza spectrofotometrică) și monitoare automate, cu stocarea datelor sau transmisie la distanță.

Pentru concentrațiile de pulberi în suspensie cu timp de recoltare 24 ore, se propun sisteme de recoltare manuală (analiza gravimetrică).

Pentru concentrațiile de pulberi sedimentabile se propune recoltarea lunară, în recipienti inerți chimic și analiza gravimetrică.

Rețeaua de monitoring pentru calitatea aerului va cuprinde și :

- stații meteorologice automate cu stocarea sau transmiterea la distanță a datelor, pentru măsurarea parametrilor meteorologici în zonă în special cu senzori de vânt (direcție și viteză);

- măsurători continue în emisia centralei cu aparatură automată și transmiterea datelor la camera de comandă.

Contribuțiile originale ale autorului în studiul genezei și dispersiei noxelor rezultate la arderea ligniților inferiori în C.T.E. Rovinari:

1. Prezentarea pe baza literaturii de specialitate, a mecanismelor de formare a noxelor la arderea ligniților inferiori;

2. Efectuarea unui calcul de evaluare a emisiei de noxe rezultate la arderea ligniților inferiori, pentru condițiile de funcționare ale C.T.E. Rovinari în anul 1999 și pentru cazurile în care centrala ar funcționa la capacitate minimă, respectiv maximă;

3. Efectuarea unui calcul de dispersie a noxelor rezultate la arderea ligniților inferiori pentru condițiile de funcționare ale C.T.E. Rovinari în anul 1999 și trasarea curbelor de izoconcentrații, care pun în evidență repartițiile spațiale ale câmpului de concentrații;

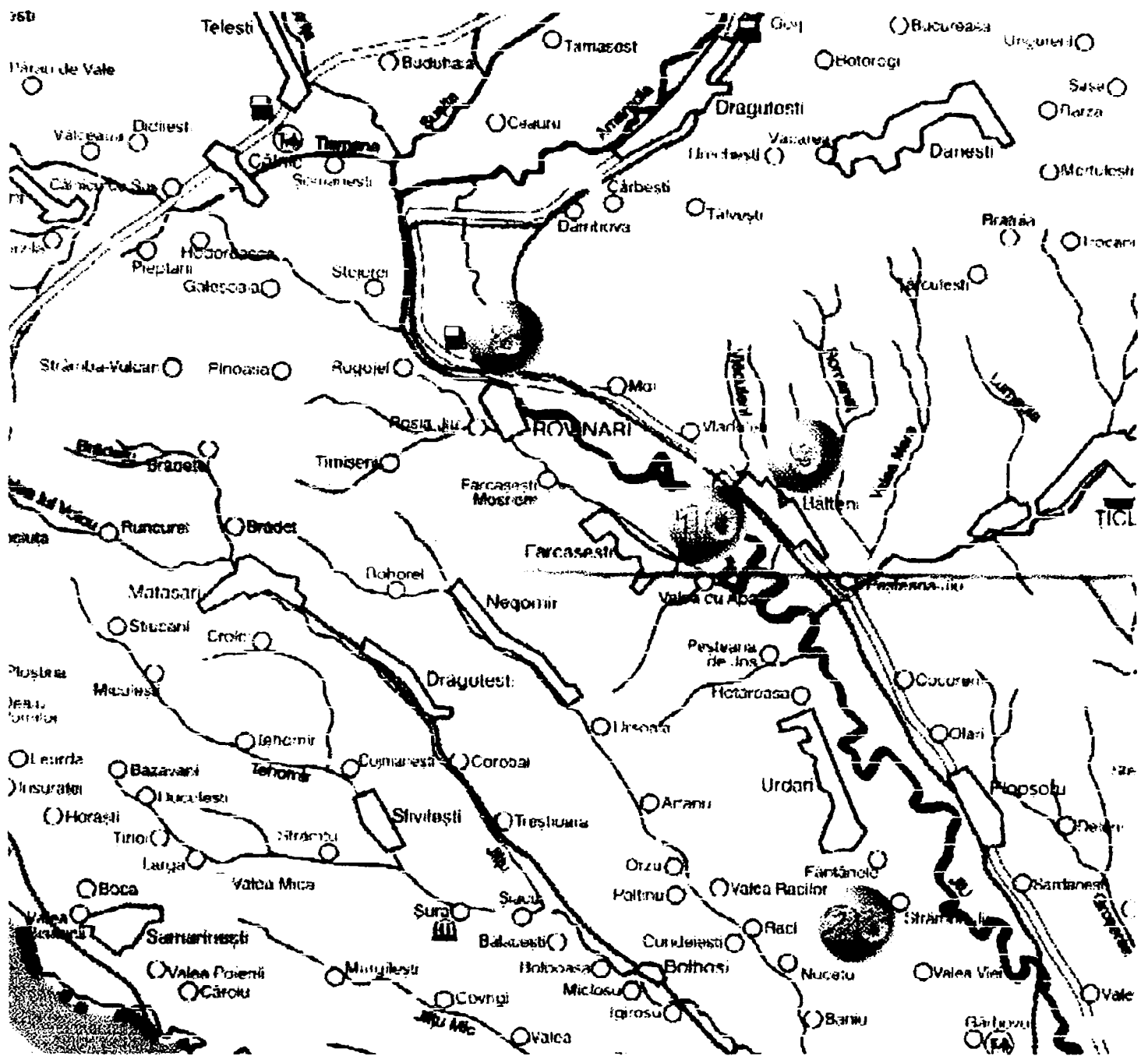
4. Efectuarea unei analize critice a nivelului emisiilor și imisiilor noxelor, comparând valorile evaluate și valorile măsurate cu valorile limită admise de legislația românească;

5. Propunerea unor măsuri pentru reducerea emisiilor de praf, oxizi de azot și dioxid de sulf, posibil de realizat în condițiile financiare prezente;

6. Propunerea unor măsuri pentru reducerea poluării mediului de către depozitele de cenușă ale C.T.E. Rovinari;

7. Propunerea realizării unei rețele de supraveghere permanentă a calității aerului din zonele de incidență ale C.T.E. Rovinari și definirea componentelor acestei rețele;

8. Evaluarea impactului C.T.E. Rovinari asupra mediului pentru condițiile de funcționare ale centralei în anul 1999.



Localizarea punctelor de supraveghere ale rețelei de monitoring a calității aerului din zona de incidență a CTE Rovinari