



TERMOCENTRALA CRAIOVA II

Instalația de desulfurare umedă a gazelor de ardere

Teste de funcționare

Februarie 2016

TÜV SÜD
Industrie Service GmbH

[semnătură ilizibilă]

Dr.rer.nat. Norbert Ullrich

25 februarie 2016

Client: GE / Alstom Power Romania

ESG - Emissionsmesstechnik und
Strömungsmechanik GmbH

[semnătură ilizibilă]

ing. Stefan Hartig

TÜV SÜD Industrie Service GmbH a primit misiunea de a efectua testele de funcționare a instalației de desulfurare umedă a gazelor de ardere de la Termocentrala Craiova II de 2 x 150 MW, amplasată în sud-vestul României, în orașul Craiova, în perioada cuprinsă între 2 și 3 februarie, 2016.

Punct de funcționare contractual pentru testele de funcționare

- Funcționare la sarcină completă (150 MW) ale ambelor cazane
- Combustibil: 94% lignit + 6% gaze naturale
- Condițiile gazelor de ardere la limitele bateriei înainte de ventilatoarele auxiliare:
 - Debit volumetric al gazelor de ardere: 1.885.224 m³/h STP hum ¹⁾
 - Debit masic al gazelor de ardere: 2.358.613 kg/h
 - Conținut de H₂O: 17,96 vol%
 - Conținut de CO₂: 9,28 vol%
 - Conținut de O₂: 6,72 vol%
 - Concentrația de SO₂: 8.175 mg/m³ STP uscat, 6% O₂
 - Concentrația de SO₃: 82 mg/m³ STP uscat, 6% O₂
 - Concentrația de HCl: 0 mg/m³ STP uscat, 6% O₂
 - Concentrația de HF: 0 mg/m³ STP uscat, 6% O₂
 - Concentrația de particule („praf”): 50 mg/m³ STP uscat, 6% O₂
 - Temperatura gazelor de ardere: 188 °C
 - Presiunea (statică) a gazelor de ardere: -100 Pa față de ambient
- Funcționarea instalației WFGD cu 4 pompe de recirculare
- Calitatea șlamului de calcar:
 - Puritate (conținut de calciu): ≥ 95 masă% (sub formă de CaCO₃)
 - Distribuția dimensiunilor particulelor: 100% < 44 μm

Garanțiile de evaluat (cantitățile date pentru funcționarea instalației la valoarea din proiect)

- Emisiile de la evacuarea absorberului (coș)
 - Concentrația emisiilor de SO₂: ≤ 190 mg/m³ STP uscat, 6% O₂
- Consum:
 - Consum²⁾ total de energie (electrică): ≤ 8.200 kWh/h
 - Consum de calcar (95% CaCO₃): ≤ 17.920 kg/h
 care să corespundă unui raport molar Ca / S de ≤ 1,032 -
- Calitatea șlamului de ghips:
 - Total solide: 45 - 55 masă%
- Zgomot³⁾ la distanță de 1 m față de echipament ≤ 87 dB(A)

1) STP: volumul de gaze la temperatură și presiune standard (273 K; 1013 hPa)

2) Sarcinile care nu țin de proces sunt excluse

3) Nivelul presiunii sunetului

Alte calități și cantități de stabilit în mod suplimentar

- Condițiile auxiliare ale gazelor de ardere (profilele de compoziție, presiune, temperatură, viteză) la intrarea și ieșirea din FGD
- Debitul gazelor de ardere
- Presiunea gazelor de ardere la limitele bateriei

Secțiunile de testare și punctele de prelevare, fig. 1 - 2

- Intrare gaze de ardere în FGD
 - Conductă dreptunghiulară orizontală de intrare în scrubler, l x h = 10,70 m x 4,50 m
 - 5 orificii de testare DN150 în tavanul conductei, **fig. 3**
- Ieșire gaze de ardere din FGD
 - Conductă circulară verticală (coș umed) la partea superioară a scrublerului FGD, D = 7,60 m
 - 4 orificii de testare DN 150 la circumflex la fiecare 90° pe platforma de servicii +105 m pentru măsurare și prelevare manuală de probe, **fig. 4**
- Limitele bateriei de gaze de ardere
 - Receptori de presiune instalați în tavanul conductei de intrare a ventilatorului auxiliar
- Alimentare cu energie electrică
 - Alimentator de 6 kV 3BA01 sau 3BB01, transmițătoare de tensiune și curent încorporate.
- Descărcarea șlamului de ghips: flux inferior al hidrociclonului

Instrumente „mobile” de măsură și analiză, metode, indicații

- Parametri auxiliari privind gazele:
 - Temperatură: termocuplu NiCr-Ni, termometru electric Pt100
 - Presiune: manometre electronice, absolute și diferențiale
 - Conținut de O₂: analizoare de oxigen paramagnetice (DIN EN 14789)
 - Conținut de CO₂: analizoare de gaze NDIR
 - Conținut de H₂O: condensare / absorbție, gravimetrie (EN 14790)
 - Viteza gazelor: tuburi Pitot tip S, manometre electronice (ISO 10780)
- Concentrație de SO₂: analizoare de gaze NDUV (ISO 7935, Metoda EPA 6c)
- Calitatea șlamului de ghips (analiza în laborator extern: Nabaltec AG, D-92421 Schwandorf):
 - Total solide: termogravimetrie, uscare la 43 °C (DIN 38409-H1)
 - În proba uscată (43 °C):
 - Calciu: ICP-OES (DIN EN ISO 11885 E22)
 - Carbonat de calciu: CO₂-evoluție, NDIR-detectare (DIN EN 13137)
- Consum de energie electrică: contoare de putere externe electronice SINEAX CAM (precizie de 0,2%) cu înregistratoare de date conectate la traductoarele de tensiune și curent instalate.

Funcționarea centralei

Testele de funcționare referitoare la garanțiile funcționale au fost desfășurate pe data de 2 februarie cu ambele cazane utilizate la sarcină completă, cât mai aproape posibil de condițiile de funcționare contractuale și 4 (din 5) pompe de recirculare ale absorberului (PRA) în funcțiune. Măsurătorile suplimentare au fost efectuate pe data de 3 februarie cu sarcină parțială, având în funcțiune doar PRA nr. și 3 ale cazanului.

Măsurătorile au fost efectuate doar pe timp de zi. Probele de șlam de ghips au fost luate de 3 ori pe zi, probe suplimentare de consumabile (calcar, apă de proces, cărbune) au fost luate o dată pe zi.

Rezultate esențiale, evaluarea garanției

Un rezumat al cantităților măsurate și evaluarea garanției acestora este prezentat în **tabelele 1 - 2**.

Dacă nu sunt marcate altfel, toate concentrațiile masice menționate se referă la o probă de gaze uscate la temperatură și presiune standard (STP: 273 K / 1013 hPa) și sunt recalculat la un conținut de oxigen de referință de 6,0% Vol% (uscat).

Profilele de viteză a debitului de gaze de ardere, debitele gazelor de ardere

Debitele de gaze de ardere au fost stabilite în secțiunea de intrare cu ajutorul măsurătorilor de viteză a gazelor și temperaturii în 5 x 5 poziții.

Astfel a fost stabilit la funcționare la sarcină completă a două cazane la data de 2 februarie, un debit de gaze la intrare de $2,21 \cdot 10^6$ m³/h_{STP hum}, **Tabel 3**, valoare semnificativ mai mare decât cea specificată pentru valoarea contractuală de proiect ($1,89 \cdot 10^6$ m³/h_{STP hum}).

La sarcină parțială, cu un singur cazan în funcțiune, măsurătorile debitului au avut ca rezultat un debit al gazelor de ardere de $1,13 \cdot 10^6$ m³/h_{STP hum}, **Tabel 4**, ceea ce reprezintă doar jumătate din debitul măsurat la sarcină completă.

Concentrația de SO₂ la intrarea și ieșirea din FGD

Măsurătoarea în rețea (în 5 x 5 poziții de prelevare a probelor) la intrarea în FGD a indicat un profil foarte uniform al concentrației de SO₂ cu o abatere standard de nu mai mult de 4,3%. Totuși, majoritatea acestei deviații a rezultat din fluctuații ale conținutului de oxigen în perioada de măsurare respectivă. Recalcularea concentrațiilor de SO₂ măsurate la un conținut constant de O₂ de 6 Vol% a redus abaterile standard ale profilului chiar și la ≤ 2,9%, **Tabelele 5 - 6**. În continuarea măsurătorilor de rețea, o sondă de prelevare a gazelor a fost amplasată într-o „poziție de referință” fixă în secțiunea de intrare, iar semnalele analizoarelor de gaze au fost înregistrate continuu cu un înregistrator de date.

În perioadele de testare evaluate, concentrația medie de intrare a SO₂ s-a ridicat de la 6 100 până la 8 100 mg/m³.

La secțiunea de ieșire pentru fiecare punct de sarcină au fost efectuate 2 măsurători în rețea (în 4 x 6 poziții), fiecare dintre acestea având ca rezultat o medie de 2 ore. Aceste valori medii au fost folosite la evaluarea funcționării FGD cu privire la concentrația de emisie de SO₂.

La funcționare la sarcină completă, cele două măsurători în rețea, **Tabelele 7a - 7b**, au avut ca rezultat concentrații de SO₂ în gazele curățate de 181 și 142 mg/m³ la concentrații de SO₂ la intrare (medii în perioadele de testare de 2 ore) de 7 146 și respectiv 6 642 mg/m³. Așadar, garanția funcțională cu privire la concentrația emisiilor (≤ 190 mg/m³) este respectată, deși debitul actual de gaze de ardere la intrarea FGD s-a situat mult dincolo de condițiile de funcționare contractuale (și curba de corecție respectivă, vezi **fig. 5**).

La funcționarea cu sarcină parțială (cu 3 PRA) au fost efectuate iarăși două măsurători în rețea, **Tabelele 8a - 8b**, având ca rezultat concentrații medii de SO₂ la ieșire de 186 și 160 mg/m³ la concentrații de intrare alocate de 7 553 și 6 968 mg/m³.

Calitatea șlamului de ghips, Tabel 9b


Cu conținuturi totale de solide de 52,8 ÷ 53,8 masă%, toate cele 3 probe de șlam de ghips analizate au respectat specificațiile garantate (45 ÷ 55 masă%).

Consum de calcar

Este o procedură aprobată și des utilizată de evaluare a garanției privind consumul de calcar direct din factorul stoichiometric (raport molar $Ca_{consumat} / Ca_{reactat}$) al procesului în loc de a îl calcula dintr-un număr mare de măsurători (eronate) cum ar fi debitul și calitatea șlamului de calcar, debitul gazelor de ardere și concentrațiile de SO₂ de intrare și ieșire. **Tabelul 9a** explică în detaliu derivarea factorului stoichiometric de 1,0321, care corespunde unui consum de calcar de 17.920 kg/h în condiții de referință contractuale.

Pentru evaluarea respectării garanției privind consumul de calcar, probele de șlam de ghips au fost analizate cu privire la conținutul total de calciu și conținutul rezidual de carbonat de calciu (nereactat). Raportul molar $Ca_{consumat} / Ca_{reactat}$ poate fi descris și cu ajutorul raportului molar $Ca_{tot} / (Ca_{tot} - CaCO_3)$; această metodă care presupune o analiză a conținutului redus de carbonat în loc de analiza conținutului total de sulf oferă rezultate mai exacte.

Probele de șlam de ghips prelevate pe data de 2 februarie au ca rezultat raporturi stoichiometrice de 1,007 ÷ 1,008, **Tabelul 9b**, care se situează mult sub limita de proiect de 1,0321. Cu aceste valori, consumul (ipotetic) al procesului curent în condiții contractuale de funcționare a centralei pot fi calculate și comparate cu consumul de calcar maxim permis. După cum este deja presupus prin considerarea raporturilor stoichiometrice, consumul de calcar calculat de 17.488 - 17.495 kg/h se înscrie mult sub consumul permisibil de 17.920 kg/h.



Consumul de energie electrică

În perioada evaluată de 9h de sarcină completă a cazanului din data de 2 februarie, consumul de energie electrică (activă) al instalației de desulfurare s-a ridicat la 7.938 kWh/h, **Tabel 10**. Întrucât presiunea măsurată a gazelor de ardere la limitele bateriei, **Tabel 10**, s-a înscris aproape de valoarea de proiectare de -100 Pa, nicio corecție suplimentară a necesarului de energie nu este necesară.

Deși debitul curent al gazelor de ardere la intrare a fost semnificativ mai mare decât cel specificat în condițiile de funcționare contractuale și a depășit intervalul reprezentat în curba de corecție respectivă, **Fig. 6**, consumul de putere măsurat a fost în moc clar mai mic decât valoarea din garanție de 8.200 kWh/h.

Cuprins

Sumar

	Pagina
1	7
2	9
3	12
3.1	12
3.2	12
3.3	12
3.4	12
3.5	12
3.6	13
3.7	13
3.8	13
4	14
4.1	14
4.2	14
4.3	14
4.4	14
5	15
5.1	15
5.1.1	15
5.1.2	15
5.1.3	15
5.1.4	15
5.1.5	15
5.2	16
5.2.1	16
5.2.2	16
5.2.3	17
5.2.4	17
5.3	17
5.4	17
5.5	18
5.6	18
6	19
6.1	19
6.2	19
6.3	20
6.4	20
6.5	21
6.6	21
6.7	22

YM

Referințe

24

Lista de abrevieri

24

Anexe

Tabele

A1

Figuri

A21





Introducere

TÜV SÜD Industrie Service GmbH a primit misiunea de a efectua testele de funcționare a instalației de desulfurare umedă a gazelor de ardere pentru cele două cazane pe cărbune de la Termocentrala Craiova II de, amplasată în sud-vestul României, în orașul Craiova.

Echipamentul WFGD este alcătuit în principal din două ventilatoare auxiliare pentru a compensa pierderea suplimentară de presiune a gazelor de ardere, un scruber în contracurent cu un singur ciclu acționat cu șlam de ghips în calitate de reactiv și un coș „umed” instalat la partea superioară a scruberului pentru a evacua în atmosferă gazele curățate saturate de vapori de apă.

Intervalul și obiectul testelor au privit graficul de testare a funcționării (Rev. 1 din 19 ianuarie 2016) și descrierile procedurilor de testare respective din documentele contractuale. Campania de testare a avut loc în săptămâna 5 / 2016 din zilele de 2 și 3 februarie.

Intervalul și obiectul măsurătorilor

În conformitate cu „Capitolul 2.4: Garanții” din oferta comercială „TE3-001-10-R-RO-P24-1010”, au fost supuse evaluării următoarele garanții contractuale și niveluri de funcționare prognozate:

- Emisii
 - Concentrația emisiilor de SO₂ (garanție): **< 190 mg/m³ STP uscat, 6% O₂**
- Consumuri
 - Consum total de energie electrică (garanție): **≤ 8 200 kWh/h**
 - Consum de calcar (garanție): **≤ 17 920 kg/h**
- Nivelul calitativ al ghipsului produs secundar
 - Total solide (prognost): **45 ÷ 55 masă%**

Aceste garanții și niveluri de performanță prognozate se referă la funcționarea centralei la „punct de referință contractual”, alimentată cu 94% lignit și 6% gaze naturale, cu condițiile gazelor de ardere la limitele bateriei după cum urmează:

- Funcționare la sarcină completă (150 MW) ale ambelor cazane
- Combustibil: 94% lignit + 6% gaze naturale
- Condițiile gazelor de ardere la limitele bateriei înainte de ventilatoarele auxiliare:
 - Debit volumetric al gazelor de ardere: 1.885.224 m³/h STP hum¹⁾
 - Debit masic al gazelor de ardere: 2.358.613 kg/h
 - Conținut de H₂O: 17,96 vol%
 - Conținut de CO₂: 9,28 vol%
 - Conținut de O₂: 6,72 vol%
 - Concentrația de SO₂: 8.175 mg/m³ STP uscat, 6% O₂
 - Concentrația de SO₃: 82 mg/m³ STP uscat, 6% O₂
 - Concentrația de HCl: 0 mg/m³ STP uscat, 6% O₂
 - Concentrația de HF: 0 mg/m³ STP uscat, 6% O₂
 - Concentrația de particule („praf”): 50 mg/m³ STP uscat, 6% O₂
 - Temperatura gazelor de ardere: 188 °C
 - Presiunea (statică) a gazelor de ardere: -100 Pa față de ambient
- Funcționarea instalației WFGD cu 4 pompe de recirculare
- Calitatea șlamului de calcar:
 - Puritate (conținut de calciu): **≥ 95 masă% (sub formă de CaCO₃)**
 - Distribuția dimensiunilor particulelor: **100% < 44 μm**

Evaluarea acestor cantități a necesitat următoarele măsurători, prelevări de probe și evaluări:

- Proprietăți auxiliare ale gazelor de ardere la intrarea și ieșirea FGD (coș)
 - Temperatura gazelor
 - Presiunea statică a gazelor
 - Compoziția gazelor: O₂, H₂O, CO₂
 - Densitatea gazelor (calculată)
 - Profilele de viteză a gazelor (măsurători în rețea)
 - Debitul gazelor de ardere

- Presiune statică a gazelor de ardere la limitele bateriei de intrare (secțiunile de admisie ale ventilatoarelor auxiliare)

- Concentrațiile de SO₂ / O₂ la intrarea și ieșirea din FGD
 - Măsurătorile în rețea privind concentrația de SO₂ / O₂
 - Stabilirea pozițiilor de prelevare reprezentative în secțiunile transversale de măsurare, monitorizarea concentrațiilor de SO₂ la intrarea în FGD
 - Stabilirea nivelului de concentrație a emisiilor de SO₂ prin măsurători repetate în rețea

- Consum de energie electrică al FGD și ventilatoarelor auxiliare
 - Măsurarea și înregistrarea consumului de energie activă al echipamentelor WFGD la alimentatoarele de 6 kV

- Calitatea șlamului de ghips, consumul de calcar
 - Analiza fizică și chimică a probelor de șlam de ghips prelevate la fluxul inferior al hidrociclonului
 - Calcularea consumului de calcar (exces de calcar) din concentrația de carbonat



3 Descrierea instalației

Reperetele prezentate 3.1 - 3.6 se referă la unul din cele două cazane identice conectate la instalația WFGD 3.6.

3.1 Cazan

Producător: VULCAN S.A.
Tip: Benson, trecere forțată unică, FIC
Punere în funcțiune: 1987 / 1989
Combustibil: Lignit pulverizat (94%), gaze naturale (6%)
Ardere: *nu sunt disponibile informații*
Nr. de mori de cărbune: *nu sunt disponibile informații*
Debit nominal de abur viu: 525 t/h
Temperatură nominală abur viu: 540 °C
Presiune nominală abur viu: 192 kg/cm²
Putere electrică nominală: 150 MW
Debit nominal de gaze de ardere: *nu sunt disponibile informații*

3.2 Instalație de denitrificare

nu este prezentă

3.3 Preîncălzitor de aer

Număr de preîncălzitoare: 2 pe cazan
Producător: *nu sunt disponibile informații*
Tip: schimbător de căldură regenerativ (tip Ljungström) cu suprafață de încălzire rotativă
Punere în funcțiune: 1987 / 1989

3.4 Electrofiltru pentru gazele de ardere

Număr de electrofiltre: 2 pe cazan
Producător: *nu sunt disponibile informații*
Tip: electrofiltru
Număr de câmpuri pentru fiecare electrofiltru: 4
Punere în funcțiune: 1987 / 1989

3.5 Ventilator ID

Număr de ventilatoare: 2 pe cazan
Producător: *nu sunt disponibile informații*
Tip: axial cu palete culisante de ghidare ajustabile
Punere în funcțiune: 1987 / 1989
Amplasare: după electrofiltru
Viteză de rotație: 750 / 600 rpm (turații duble)
Punct de funcționare (proiect): 40 hPa / 217 m³/s
Puterea motorului: *nu sunt disponibile informații*



3.6 Ventilator auxiliar

Număr de ventilatoare: 1 pe cazan
Producător: Howden
Tip: axial cu palete culisante de ghidare ajustabile
Punere în funcțiune: 2015
Amplasare: înainte de clapeta de deviere / coș vechi
Turație: 990 rpm
Punct de funcționare (proiect): -590 Pa / 451 m³/s
Puterea motorului: 2 550 kW

3.7 Scruber FGD

Producător: GE POWER
Punere în funcțiune: 2015
Proces: Absorbția componentelor acide cu șlam de calcar într-un turn de pulverizare cu contracurent și o singură buclă
Nr. de niveluri de pulverizare: 5
Nr. pompe de recirculare: 5 (câte una pentru fiecare nivel de pulverizare)
Separator de picături: orizontal, cu două trepte (Munters Euroform)

3.8 Caracteristici speciale

Gazele de ardere desulfurate sunt evacuate în atmosferă fără reîncălzire printr-un coș montat direct pe turnul FGD („dispunere coș umed”).

4

Secțiuni de testare

O prezentare generală a dispunerii WFGD și amplasarea secțiunilor de testare pe traseul gazelor de ardere la intrarea și ieșirea din FGD (coș) este prezentată în **figurile 1 - 2**. **Figurile 3 - 4** indică poziția și denumirea axelor de măsură / prelevare de probe și pozițiile de pe secțiunile transversale respective.

4.1 Intrare FGD, Fig. 3

Amplasare: conductă orizontală de intrare în absorber dreptunghiulară, $1 \times h = 10,70 \text{ m} \times 4,50 \text{ m}$
Formă: cerințele EN 15259 referitoare la secțiuni de intrare ($\geq 5 \times D_{\text{hidr.}}$) și ieșire ($\geq 2 \times D_{\text{hidr.}}$) suficient de lungi, drepte și neperturbate nu sunt respectate, derivația „y” aprox. $3,5 \times D_{\text{hidr}}$ înainte de secțiunea de testare
Caracter adecvat:
Orificii de testare: 5 orificii de testare (DN 150) în tavanul conductei pentru măsurare și prelevare manuală de probe
Poziții de măsurare / Prelevare de probe: 5 x 5 poziții de prelevare a probelor pentru măsurători în rețea; 1 poziție de măsurare / prelevare de probe de referință pentru monitorizarea debitului de gaze de ardere și a concentrației de SO_2 / O_2 .
O poziție aleatorie de prelevare a probelor pentru măsurarea vaporilor de apă

4.2 Ieșire FGD, Fig. 4 (coș, secțiune de control al emisiilor)

Amplasare: conductă circulară verticală (coș umed) la partea superioară a scrubberului FGD, platformă de utilizare +106 m
Formă: circulară, $D_i = 7,60 \text{ m}$
Caracter adecvat: secțiuni de intrare și ieșire suficient de lungi, drepte, neperturbate, cerințele EN 15259 sunt respectate
Orificii de testare: 4 orificii de testare (DN 150) pe circumferință (la fiecare 90°)
Poziții de măsură: 4 x 6 poziții pentru măsurarea în rețea

4.3 Alimentarea cu energie electrică (alimentare la 6 kV)

Echipamentele principale ale grupurilor FGD (ventilator auxiliar, pompe de recirculare ale absorberului și suflante de aer de oxidare) sunt alimentate de alimentatoare de 6 kV, dotate cu transmițătoare de tensiune și curent calibrate

- Alimentare de la Grup 1: 3BA01
- Alimentare de la Grup 2: 3BB01

4.4 Evacuarea șlamului de ghips

Probele de șlam de ghips au fost extrase din fluxul inferior al hidrociclonului.

5 Metode și proceduri de măsură și analiză, instrumente, nivel de precizie

5.1 Stabilirea condițiilor auxiliare

5.1.1 Viteza fluxului de gaze, debit

Metodă, instrucțiune: Măsurători în rețea (ISO 10780, VDI 2640-3)
Instrumente: Tuburi Pitot tip S
Manometru electronic diferențial cu totalizator, extragerea rădăcinii
Producător, tip: Sondă: TÜV, ESG
Manometre: Ahlborn *Almemo 2690-8, A602 SIK, 0-12,5 hPa*
Precizia instrumentului: $\pm 2\%$ abatere medie

5.1.2 Temperatura gazelor

Instrumente: Termometru cu rezistență electrică Pt100
Producător, tip: Pt100: Conatex (*cu manta, clasa A (DIN 43760)*)
Unitate de afișaj: Ahlborn (*Almemo 2690-8*)
Precizia instrumentului: Pt100: $\pm 0,25$ ($0,45$) K abatere maximă la 60 (160) °C
Pt100 + unitate de afișaj: $\pm 0,5$ K max., $0,2$ K eroare medie

5.1.3 Presiunea gazelor

Instrument: Tuburi Pitot, manometru electronic (absolut)
Producător, tip: Sonde: TÜV, ESG
Manometru: Ahlborn *Almemo 2690-8, FA612SA, 0-1050 hPa*
Precizia instrumentului: ± 3 hPa abatere maximă (presiune absolută)

5.1.4 Presiunea mediului

Instrument: Barometru electronic
Producător, tip: Ahlborn (*Almemo 2690-8, FA612SA, 0-1050 hPa*)
Precizia instrumentului: ± 3 hPa abatere maximă

5.1.5 Conținut de vapori de apă

Metodă, ghid: Condensare / absorbție, gravimetrie (EN 14790)
Aparat de prelevare a probelor: Sondă încălzită, 3 pistoane succesive cu lichid răcit + silicagel, aparat de prelevare automată a probelor *Desaga GS 312*.
Echipament de cântărire: Mettler Toledo 4002-S, rezoluție: 0,01 g
Precizie: $\pm 0,3$ Vol% eroare medie
Metodă alternativă: În gazele saturate cu vapori de apă (evacuarea din scrubber) presiunea parțială a vaporilor de apă a fost calculată de la temperatura punctului de rouă măsurată v_{dp} conform formulei Cox-Antoine:

$$p_{H_2O} [hPa] = e^{19.016 - \left(\frac{4064.95}{(v_{dp} [^{\circ}C] + 236.25)} \right)}$$

Precizie:

Din precizia măsurătorii temperaturii (eroare medie $\sigma_m = \pm 0,2 \text{ K}$) o eroare medie de $\pm 2 \text{ hPa}$ ($\pm 1\%$) derivă pentru o presiune parțială a vaporilor de apă calculată de 218 hPa ($22,0 \text{ Vol\%}$) la o temperatură a gaze curățate (= punctul de rouă al apei) de $62 \text{ }^\circ\text{C}$. Având în vedere o eroare medie de $\pm 2 \text{ hPa}$ ($\pm 0,5\%$) pentru stabilirea presiunii statice a gazelor, un calcul al propagării erorii duce la o eroare relativă medie de $\sqrt{1,0^2 + 0,5^2} \% = \pm 1,1\%$, ceea ce este echivalent cu o eroare medie absolută de $\pm 0,25\% \text{ Vol\%}$ și o eroare maximă absolută de $\sigma_{\max} = 3 \times \sigma_m = 0,75 \text{ Vol\%}$ pentru o umiditate de $22,0 \text{ Vol\%}$ în gazele curățate.

5.2 Stabilirea nivelului de concentrație a gazelor cu ajutorul analizoarelor de gaze

5.2.1 Prelevarea de probe de gaze și tratament

Sondă: sonde de aluminiu încălzite cu căptușeală din PTFE, tub PTFE cu temperatură controlată ($150 \text{ }^\circ\text{C}$) către răcitorul de gaze.
Răcitor de gaze: răcitor de tip compresor (2 trepte), cu temperatură controlată: $3 \text{ }^\circ\text{C}$
Pompă de preaspirație: pompă cu membrană cu deviere, alimentează proba de gaze nepresurizată către analizoarele de gaze.

5.2.2 Concentrația de O_2

Măsurarea conținutului de oxigen al gazelor de ardere a fost necesară pentru calcularea densității gazelor de ardere (vitezelor) și pentru recalcularea cantităților măsurate pe baza $6,0 \text{ Vol\% O}_2$.

Metodă, ghid: analizor continuu de gaze (EN 14789)
Instrumente: analizor de susceptibilitate paramagnetică
Producător/tip: Emerson *NGA 2000 MLT*
Teste de potrivire: Da
Intervale folosite: $0 - 25 \text{ Vol\%}$
Instalare: în spatele răcitorului de gaze
Calibrare: punct zero: $\text{N}_2 5,0$
gaz de calibrare: $20,96 \text{ Vol\%}$ (aer ambiental uscat)
Precizia instrumentului: $\pm 0,2 \text{ Vol\%}$ (abatere maximă)

5.2.3 Concentrație de O_2

Concentrația de O_2 este o cantitate auxiliară pentru calcularea densității gazelor de ardere.

Metodă, ghid: analizor continuu de gaze (EN 14789)
Instrumente: fotometrie nedispersivă în infraroșu (NDIR)
Producător/tip: Emerson *NGA 2000 MLT*
Teste de potrivire: Da
Intervale folosite: $0 - 20 \text{ Vol\%}$
Calibrare: punct zero: $\text{N}_2 5,0$
gaz de calibrare: $15,0 \text{ Vol\%}$ ($\pm 2\%$) CO_2 în N_2 .
Stabilitate garantată până la 20.08.2016.
Precizia instrumentului: $\pm 0,2 \text{ Vol\%}$ (abatere maximă)

5.2.4 Concentrația de SO₂

Metodă:	analizor continuu de gaze (ISO 7935, EPA Metoda 6c)	
Instrumente:	analizoare fotometrice nedispersive în ultraviolete (NDUV)	
Producător/tip:	Emerson <i>NGA 2000 MLT</i>	
Teste de potrivire:	Da	
Intervale folosite:	0 - 10 000 mg/m ³ (intrare FGD) 0 - 500 mg/m ³ (ieșire FGD)	
Timp de stabilizare t ₉₀ :	≤ 45 s	
Calibrare:	punct zero:	N ₂ 5,0
	gaz de calibrare:	4 939 mg/m ³ STP uscat ± 2% (intrare) Stabilitate garantată până la 01.12.2018. 326 mg/m ³ STP uscat ± 2% (ieșire) Stabilitate garantată până la 26.11.2016

Precizia instrumentului: ± 2,5 % (abatere medie)

5.3 Înregistrarea datelor

Instrument:	Înregistratoare digitale de date, înregistrator digital de date pe bază de calculator
Producător, tip:	Ahlborn (ALMEMO 2690-9), Trendows
Rată de prelevare:	1 - 10 s cantități instantanee, 1 min cantități medii

5.4 Consum de energie electrică

Contoare de putere portabile au fost conectate la alimentatoarele de 6 kV care utilizează traductoarele de tensiune și curent încorporate, semnalele de ieșire ale contorului de putere au fost înregistrate de un înregistrator digital de date.

Echipamente de măsurare și setări

- Contor digital de energie (Camille Bauer *SINEAX CAM*)
- Măsurarea consumului de energie activă
- Curent trifazic cablu cvadrifilar cu sarcină neechilibrată
- Înregistrare medii de 1 min
- Precizie instrumentală: ≤ ± 0,1% tipic; ± 0,2% abatere maximă

5.5 Consum de calcar

Consumul de calcar a fost evaluat indirect prin stabilirea calcarului nereactat în probele de șlam de ghips din fluxul inferior al hidrociclonului, calculând stoichiometria molară curentă a calcarului

$$\begin{aligned} S_{\text{calcar}} &= \frac{\text{calcar consumat}}{\text{oxizi de sulf eliminați}} \left[\frac{\text{mol}}{\text{mol}} \right] \\ &= \frac{\text{calcar consumat}}{\text{ghips produs}} \left[\frac{\text{mol}}{\text{mol}} \right] \\ &= \frac{\text{calcar consumat}}{\text{calcar consumat} - \text{calcar nereactat}} \left[\frac{\text{mol}}{\text{mol}} \right] \\ &= \frac{\text{Ca total (în șlam de ghips)}}{\text{Ca total} - \text{CaCO}_3 \text{ (în șlam de ghips)}} \left[\frac{\text{mol}}{\text{mol}} \right] \end{aligned}$$

și comparând-o cu „stoichiometria garantată”, care rezultă din consumul maxim de calcar garantat și necesarul teoretic în condiții de garanție (concentrațiile SO₂ la intrare și ieșire, debitul gazelor de ardere).

Probele de șlam de ghips au fost analizate de un laborator autorizat extern (Nabaltec AG, D-92421 Schwandorf)

Metode analitice



- CaCO₃ Evoluția CO₂ (EPRI - metoda N1), detectare IR (DIN EN 13137 S30)
- Ca total: ICP-OES (DIN EN ISO 11885 E22)

5.6 Proprietățile șlamului de ghips

Probele de șlam de ghips prelevate din fluxul inferior al hidrociclonului și stocate în recipiente de prelevare a probelor au fost analizate de un laborator autorizat extern (Nabaltec AG, D-92421 Schwandorf).

Metode analitice

- Total solide: volumetric / gravimetric după uscare la 43°C (DIN 38409-H1)



6 Proceduri de evaluare, rezultate

6.1 Funcționarea centralei

- 2 februarie: sarcină completă (punct de referință privind funcționarea)
2 cazane, 2 x $\approx 150 \text{ MW}_{el}$ (în timpul zilei 09:00 - 18:00)
Combustibil: 94% lignit și 6% gaze naturale
FGD: 4 pompe de recirculare ale absorberului aflate în funcțiune
2 suflante de aer de oxidare în funcțiune

- 3 februarie: sarcină parțială
1 cazan (Grup 1), 1 x $\approx 150 \text{ MW}_{el}$ (în timpul zilei 11:00 - 18:00)
Combustibil: 94% lignit și 6% gaze naturale
FGD: 3 pompe de recirculare ale absorberului aflate în funcțiune
1 suflantă de aer de oxidare în funcțiune

Funcționarea instalației și observarea și documentarea acesteia au reprezentat responsabilitatea GE Power și S.C. Complexul Energetic Craiova S.A. (proprietarul).

Citirile de la echipamentele de măsurare disponibile în cadrul centralei au fost înregistrate de sistemul DCS sub forma unor medii de 10 s și au fost puse la dispoziție pentru evaluare în formă digitală. Măsurătorile manuale au fost efectuate doar în timpul zilei. Probele de materiale consumabile și produse secundare au fost prelevate de 3 ori în timpul zilei.

6.2 Parametri de referință pentru concentrațiile masice ale gazelor

Analizoarele de gaze aplicate sunt amplasate după răcitoarele de gaze, care elimină umezeala gazelor prelevate prin condensare. Astfel, concentrațiile de gaze măsurate fac referire la o probă de gaze uscată. Analizoarele indică O_2 și CO_2 ca procente volumetrice (Vol%) iar SO_2 ca o concentrație masică, făcând referire la o probă de gaze la STP.

Pentru a considera diluarea concentrației componentelor de gaze de ardere poluante dintr-un proces de combustie prin exces de aer sau scurgeri de aer (clapete, preîncălzitoare de aer, etc.), adesea concentrațiile măsurate sunt recalculat la un conținut de oxigen de referință (ex: aici 6,0 Vol%). Acest lucru este realizat prin calcularea diluării asupra volumului de gaze prelevat, la care fac referire cantitățile măsurate:

$$V_{6 \text{ Vol}\% \text{ O}_2} = V_{\text{O}_2} \cdot \frac{20,96 - O_{2,act}}{20,96 - 6,0}$$

unde

$O_{2,act}$ [Vol%] = concentrația actuală de O_2 în proba de gaze uscată

20,96 [Vol%] = concentrația de O_2 în aer ambiental uscat

În acest raport, dacă nu se specifică altfel, toate concentrațiile masice menționate mai sus se referă la o probă uscată de gaze la temperatură și presiune standard (STP: 273 K / 1013 hPa) și sunt recalculat la un conținut de oxigen de referință de 6,0 Vol% (uscat).

De asemenea, debitele de gaze de ardere menționate se referă la STP, acestea reprezintă conținutul actual de vapori de apă și oxigen.

6.3 Profile de debit la intrarea FGD, debitele gazelor de ardere

Pentru ambele situații de sarcină, măsurători în 5 x 5 poziții au fost efectuate la secțiunea de intrare FGD pentru a stabili profilele de temperatură și viteză a debitului și de a calcula debitul de intrare al gazelor de ardere.

Densitatea gazelor de ardere ρ a fost calculată după stabilirea proprietăților auxiliare ale gazelor de ardere (temperatură, presiune) și compoziție (H_2O , O_2 , CO_2).

Vitezele debitului de gaze v au fost calculate ca

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot p_{dyn}}{\rho}} = \sqrt{\frac{k \cdot 2 \cdot \Delta p_{probe}}{\rho}}$$

unde Δp_{probe} reprezintă semnalul de presiune diferențială a sondei tubului Pitot de tip S, iar k reprezintă factorul de calibrare determinat experimental (aici: 0,702).



La funcționarea la sarcină completă a două cazane în data de 2 februarie a fost astfel stabilit un debit de intrare a gazelor de $2,21 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{h}$ STP hum ($1,84 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{h}$ STP uscat) la un conținut de oxigen de 10,2 Vol% uscat și un conținut de 16,5 Vol%, **Tabel 3**. Acest debit a fost semnificativ mai mare decât punctul de proiect din contract ($1,89 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{h}$ STP hum).

La data de 3 februarie, având un singur cazan în funcțiune, măsurătorile debitelor au indicat un debit al gazelor de ardere de $1,12 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{h}$ STP hum ($0,92 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{h}$ STP uscat), **Tabel 4**, ceea ce înseamnă doar jumătate din debitul aferent funcționării a două cazane.

6.4 Concentrația de SO_2 la intrarea și ieșirea din FGD

Intrare

Ambele măsurători în rețea (în 5 x 5 poziții de prelevare a probelor) la intrarea în FGD la sarcină completă, cât și la sarcină parțială, au prezentat profiluri foarte uniforme ale concentrațiilor de SO_2 cu o abatere standard de nu mai mult de 2,2% (sarcină completă) și 4,3% (sarcină parțială). Totuși, majoritatea acestei variații a rezultat din fluctuațiile conținutului de oxigen din perioada de măsură respectivă. Recalcularea concentrațiilor de SO_2 măsurate la un conținut constant de O_2 de 6 Vol% a redus abaterile standard ale profilului chiar la 1,2% și, respectiv, 2,9%, **Tabelele 5 - 6**.



În continuarea măsurătorilor de rețea, sonda de prelevare a mostrelor de gaze a fost amplasată într-o „poziție de referință” fixă din secțiunea de intrare iar semnalele analizărilor de gaze au fost înregistrate continuu cu un înregistrator de date simultan cu măsurătorile de rețea pentru gaze curățate la ieșirea FGD. În perioadele de testare evaluate la data de 2 februarie și 3 februarie, concentrația de SO₂ la intrare s-a înscris de la 6 100 la 7 400 mg/m³ (O₂: 10,0 ÷ 11,0 Vol% uscat) și respectiv de la 6 400 ÷ 8 100 mg/m³ (O₂: 7,5 ÷ 10,3 Vol% uscat).

Ieșire

La secțiunea de ieșire pentru fiecare punct de încărcare au fost efectuate 2 măsurători în rețea (în 4 x 6 poziții), fiecare dintre acestea având ca rezultat o medie pe 2 ore. Aceste medii au fost folosite la evaluarea funcționării FGD cu privire la concentrația emisiilor de SO₂.

La funcționarea la sarcină completă (cu 4 PRA) cele două măsurători de rețea, Tabelul 7a - 7b, au avut ca rezultat concentrații medii de SO₂ în gazele curățate de 181 și 142 mg/m³ (133 și 104 mg/m³ la O₂ actual) la concentrații de SO₂ de intrare (medii din perioadele de testare de 2 ore) de 7 146 și respectiv 6 642 mg/m³.

Așadar, în pofida depășirii semnificative a condițiilor de funcționare contractuale (și a curbei de corecție respective, vezi **Fig. 5**) de către debitul real al gazelor de ardere, garanția funcțională privind concentrația emisiilor (≤ 190 mg/m³) a fost respectată.

La funcționarea cu sarcină parțială (cu 3 PRA) au fost efectuate iarăși două măsurători în rețea, Tabelele 8a - 8b, având ca rezultat concentrații medii de SO₂ la ieșire de 186 și 160 mg/m³ (138 și 120 mg/m³ la O₂ curent) la concentrații alocate de intrare de 7 553 și 6 968 mg/m³.

6.5 Calitatea șlamului de ghips

La data de 2 februarie, în timpul funcționării cu sarcină completă, au fost prelevate 3 probe de șlam de ghips din fluxul inferior al hidrociclonului și analizate cu privire la conținutul lor total de solide. Având valori de 52,8 ÷ 53,8 masă % toate probele au corespuns specificațiilor garantate (45 ÷ 55 masă%), **Tabel 9b**.

În timpul sarcinii parțiale (3 februarie) nu a fost evacuat șlam de ghips din proces (hidrocicloanele sunt puse în funcțiune automat atunci când densitatea șlamului din absorber depășește o valoare prestabilită), deci nu s-au acumulat probe de șlam.

6.6 Consum de calcar

O procedură aprobată și utilizată pe scară largă pentru evaluarea garanției privind consumul de calcar direct din valoarea de proiect a „factorului stoichiometric” al proiectului, în locul calculării acesteia dintr-un număr mare de măsurători (eronate) cum ar fi debitul și calitatea șlamului de calcar, debitul gazelor de ardere și concentrațiile de SO₂ de intrare și ieșire. Factorul stoichiometric descrie de fapt supra-stoichiometria dozării de calcar, acesta este proporția dintre calcarul consumat (dozat) și calcarul reactat. Întrucât fluxul inferior al hidrociclonului este singura evacuare a circuitului șlamului din absorber, calcarul supradozat (nereactat) se va acumula în șlamul de ghips sub forma carbonatului de calciu. Factorul stoichiometric (raportul molar $Ca_{consumat} / Ca_{reactat}$) poate fi descris și ca fiind raportul molar $Ca_{tot} / (Ca_{tot} - CaCO_3)$; această metodă care presupune o analiză a conținutului redus de carbonat în loc de analiza volumului total de calciu reactat oferă rezultate mai exacte.

Uk

Tabelul 9a explică în detaliu derivarea valorii din proiect a factorului stoichiometric de 1,0321 pe care se bazează garanția contractuală privind consumul de calcar de 17.920 kg/h în condiții de referință contractuale; calculația utilizează formulele afișate în capitolul 5.5.

Probele de șlam de ghips prelevate pe data de 2 februarie au ca rezultat raporturi stoichiometrice de 1,007 ÷ 1,008, **Tabelul 9b**, care se situează mult sub limita de proiect de 1,0321. Cu aceste valori, consumul (ipotetic) al procesului curent în condiții contractuale de funcționare a centralei pot fi calculate și comparate cu consumul de calcar maxim permis. După cum este deja presupus prin considerarea raporturilor stoichiometrice, consumul de calcar calculat de 17.488 - 17.495 kg/h se înscrie mult sub consumul permisibil de 17.920 kg/h.

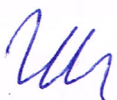
6.7 Consumul de energie electrică

În perioada evaluată de 9 ore a sarcinii complete a cazanului, la data de 2 februarie, consumul de energie electrică (activă) al instalației FGD s-a ridicat la 7 938 kWh/h, **Tabel 10**. Întrucât presiunea măsurată a gazelor de ardere la limitele bateriei - **Tabel 10** - s-a situat mai degrabă aproape de valoarea de proiect de -100 Pa, nu sunt necesare corecții suplimentare ale necesarului de energie.

Deși debitul real al gazelor de ardere la intrare a fost semnificativ mai mare față de cel specificat în condițiile de funcționare contractuale și dincolo de intervalul acoperit de curba de corecție respectivă, **Fig. 6**, consumul de energie măsurat a fost în mod clar mai mic decât valoarea garantată de 8 200 kWh/h.

La sarcină parțială (3 februarie), din cauza unei probleme tehnice cu înregistratorul de date utilizat, înregistrarea consumului de energie electrică a funcționat doar între 14:00 și 18:00.

Consumul de energie activă măsurat (medie de 4 h) s-a ridicat la 4 110 kWh/h, **Tabel 11**.




Referințe

- EN 11885 E22: Calitatea apei - stabilirea elementelor selectate prin spectrometria emisiei optice cu plasmă cuplată inductiv (ICP-OES)
- EN 12880 S2a: Caracterizarea depunerilor - stabilirea reziduurilor uscate și a conținutului de apă.
- EN 13137 S30: Stabilirea volumului de carbon organic total în reziduuri, depuneri și sedimente
- EN 14181: Surse de emisii staționare - asigurarea calității sistemelor de măsură automate.
- EN 14789: Surse de emisii staționare - stabilirea concentrației volumice a oxigenului - metodă de referință; paramagnetism.
- EN 14790: Surse de emisii staționare - stabilirea vaporilor de apă din conducte - metodă de referință; condensare / absorbție
- EN 15259: Calitatea aerului: Măsurarea emisiilor din surse staționare - Cerințe privind secțiunile și locurile de măsură și pentru obiectivul de măsură, planificare și raportare
- EN 43760: Senzori de temperatură electrici; tabele de referință pentru rezistorii de sesizare pentru elementele de rezistență
- ISO 7935: Emisii din surse staționare - Stabilirea concentrației masice a dioxidului de sulf - Caracteristici de performanță ale metodelor de măsurare automată
- ISO 10780: Emisii din surse staționare - Măsurarea vitezei și volumului debitelor de gaze din conducte.
- Ghid VDI 2048-1: Incertitudini de măsurare în timpul testelor de recepție în instalații de transformare a energiei și termocentrale - elemente fundamentale
- Ghid VDI 2640-3: *text în limba germană*
- Metoda EPA 6C: stabilirea emisiilor de dioxid de sulf din surse staționare (procedura analizorului instrumental).
- VGB-Merkblatt 701: *text în limba germană*
- Manualul de chimie și metode analitice ale desulfurării gazelor de ardere, volumul 2: metode de testare fizică și chimică, revizia 1. EPRI Electric Power Research Institute, Palo Alto, USA 1988

Lista abrevierilor

- PRA pompa de recirculare a absorberului
- Ca calciu
- CaCO₃ carbonat de calciu
- CO₂ dioxid de carbon
- DCS sistem de control distribuit (al centralei)
- DIN Deutsches Institut für Normung
- DN diametru nominal
- EN standarde europene
- EPA agenția de protecție a mediului
- EPRI Electric Power Research Institute
- ESP electrofiltru
- FGD (instalația de) desulfurare a gazelor de ardere
- H₂O apă (vapori)
- ICP-OES spectrometria emisiei optice cu plasmă cuplată inductiv
- ID tiraj forțat
- ISO International Organization for Standardization
- N₂ azot
- NDIR infraroșu nedispersiv (fotometru)
- NDUV ultraviolet nedispersiv (fotometru)
- O₂ oxigen
- PC calculator personal
- PP polipropilenă
- PTFE politetrafluoretilenă
- S sulf
- SO₂ dioxid de sulf
- STP temperatură și presiune standard (273 K, 1 013 hPa)
- TÜV Technischer Überwachungsverein
- VDI Verein Deutsche Ingenieure
- VGB Vereinigung der Großkraftwerksbetreiber
- WFGD (instalația de) desulfurare umedă a gazelor de ardere



Tabel 1: sumarul parametrilor de proiect, garanțiilor de funcționare și cantităților măsurate pentru situația de proiect contractual (sarcină completă, două cazane în funcțiune, 4 din 5 pompe de recirculare ale absorberului în funcțiune). 02.02.2016.

Gaze de ardere

Dacă nu se specifică altfel, toate concentrațiile masice menționate se referă la o probă de gaze uscată la temperatură și presiune standard (STP: 273 K / 1013 hPa).

Reper	Proiect / garanție ¹⁾	Rezultatele testelor	Comentarii
Debit de gaze de ardere la intrarea în FGD (hum)	Proiect: 1.885*10 ⁶ m ³ /h STP	2.21*10 ⁶ m ³ /h STP	Mai mare decât în proiect
Presiunea gazelor la limita bateriei de intrare	Proiect: -100 Pa	Grup 1: -93 Pa ²⁾ Grup 2: -94 Pa ²⁾	Conform proiectului
Concentrația de SO ₂ la intrare	Proiect: 8 175 mg/m ³ (6% O ₂)	6 900 mg/m ³ (6% O ₂) ³⁾	Mai puțin decât în proiect
Concentrația de SO ₂ în emisii	Garanție: ≤ 190 mg/m ³ (6% O ₂)	162 mg/m ³ (6% O ₂) ⁴⁾	Garanție respectată ⁵⁾

¹⁾ valori de garanție pentru funcționarea instalației în condiții de proiect.

²⁾ medie de la 09:00 la 18:00

³⁾ medie în timpul celor două măsurători de rețea privind gazele curățate

⁴⁾ medie din cele două măsurători de rețea privind gazele curățate

⁵⁾ garanția respectată deși debitul de gaze de ardere de intrare a depășit condițiile de garanție contractuală

Consum și nivel calitativ al produsului


Reper	Garanție ¹⁾	Rezultat al testelor	Comentariu
Consum de energie electrică al instalației FGD	Garanție: ≤ 8 200 kWh/h	7 938 kWh/h	Garanție respectată ³⁾
Consum de calcar	Garanție: 17 920 t/h	17 490 t/h ⁴⁾	Garanție respectată
Conținut solid al șlamului de ghips	Garanție: 45 ÷ 55 masă%	52,8 - 53,8 masă%	Garanție respectată

¹⁾ În condiții de proiect.

²⁾ Medie de la 09:00 la 18:00.

³⁾ Garanție respectată deși debitul de gaze de ardere de intrare a depășit condițiile de garanție contractuală

⁴⁾ Recalculat conform condițiilor de proiect din procentul de calcar din probele de șlam de ghips


Tabel 2: sumarul parametrilor de proiect și cantităților măsurate pentru situația de sarcină parțială (un cazan în funcțiune, 3 din 5 pompe de recirculare ale absorberului în funcțiune). 03.02.2016.

Dacă nu se specifică altfel, toate concentrațiile masice menționate se referă la o probă de gaze uscată la temperatură și presiune standard (STP: 273 K / 1013 hPa).

Reper	Proiect	Rezultatele testelor	Comentarii
Debit de gaze de ardere la intrarea în FGD (hum)		1.13*10 ⁶ m ³ /h STP	
Presiunea gazelor la limita bateriei de intrare	-100 Pa	Grup 1: -29 Pa ²⁾ Grup 2: nu funcționează	Mai mare decât valoarea din proiect
Concentrația de SO ₂ la intrare	8 175 mg/m ³ (6% O ₂)	7 260 mg/m ³ (6% O ₂) ²⁾	Mai puțin decât în proiect
Concentrația de SO ₂ în emisii	≤ 190 mg/m ³ (6% O ₂)	173 mg/m ³ (6% O ₂) ³⁾	Mai puțin decât în proiect
Consum de energie electrică a instalației FGD		4 100 kWh/h ¹⁾	

¹⁾ medie de la 11:00 la 18:00

²⁾ medie în timpul celor două măsurători de rețea privind gazele curățate

³⁾ medie din cele două măsurători de rețea privind gazele curățate

⁴⁾ medie de la 14:00 la 18:00.

Tabel 3: Măsurarea profilului de viteză a debitului și condițiile auxiliare privind gazele la intrarea FGD, calcularea debitului de gaze de ardere. 02.02.2016, sarcină completă.

Secțiune de testare: conducta de intrare în absorber
 Lățime: 10,70 m
 Înălțime: 4,50 m
 Suprafață: 48,15 m²
 Data: 02.02.2016
 Ora: 10:42 - 11:22

Funcționarea instalației

Combustibil: 94% lignit + 6% gaze naturale
 Sarcina grupului: sarcină completă (funcționarea cu două cazane)

Medii din măsurătorile în cadrul rețelei la intrarea în absorber

ρ_{amb} : 1 008 hPa
 ρ_{gas} : 1 032 hPa_{abs}
 24,0 hPa_{over}
 v_{gas} : 153,5 °C
 O_2 : 10,2 Vol% uscat
 CO_2 : 9,8 Vol% uscat
 H_2O : 16,5 Vol%
 ρ_{gas} : 1,252 kg/m³ STP hum
 = 0,816 kg/m³ actual
 $v_{gas,avg}$: 19,5 m/s
 F_{gas} : 3 385 000 m³/h actual
 = 2 206 000 m³/h STP hum
 = 1 842 000 m³/h STP uscat

Profilele debitului (după direcția debitului)

Vitezele gazelor de ardere [m/s]

x[m] / axă	1	2	3	4	5	Medie
0,45	18,3	20,1	19,0	19,7	18,1	19,0
1,35	18,8	21,2	19,6	20,7	18,4	19,7
2,25	19,8	20,6	19,9	20,8	19,1	20,0
3,15	18,7	20,9	19,5	20,5	18,3	19,6
4,05	18,3	21,3	19,3	19,5	17,9	19,2
Medie	18,8	20,8	19,4	20,2	18,3	19,5

Temperaturile gazelor de ardere [°C]

x[m] / axă	1	2	3	4	5	Medie
0,45	142,3	144,4	153,0	163,6	164,7	153,6
1,35	142,1	143,4	152,9	164,5	165,1	153,6
2,25	141,9	143,1	154,4	164,8	165,4	153,9
3,15	141,5	142,7	155,6	162,5	165,3	153,5
4,05	141,2	142,7	154,0	161,6	165,4	153,0
Medie	141,8	143,3	154,0	163,4	165,2	153,5

Tabel 4: Măsurarea profilului de viteză a debitului și condițiile auxiliare privind gazele la intrarea FGD, calcularea debitului de gaze de ardere. 03.02.2016, sarcină parțială.

Secțiune de testare: conducta de intrare în absorber
 Lățime: 10,70 m
 Înălțime: 4,50 m
 Suprafață: 48,15 m²
 Data: 03.02.2016
 Ora: 17:05 - 17:38

Funcționarea instalației

Combustibil: 94% lignit + 6% gaze naturale
 Sarcina grupului: sarcină parțială (un singur cazan în funcțiune)

Medii din măsurătorile în cadrul rețelei la intrarea în absorber

ρ_{amb} : 995 hPa
 ρ_{gas} : 1 000 hPa_{abs}
 5,0 hPa_{over}
 v_{gas} : 168,6 °C
 O₂: 9,9 Vol% uscat
 CO₂: 10,0 Vol% uscat
 H₂O: 17,9 Vol%
 ρ_{gas} : 1,245 kg/m³ STP hum
 = 0,760 kg/m³ actual
 $v_{gas,avg}$: 10,6 m/s
 F_{gas} : 1 844 000 m³/h actual
 = 1 125 000 m³/h STP hum
 = 942 000 m³/h STP uscat

Profilele debitului (după direcția debitului)

Vitezele gazelor de ardere [m/s]

x[m] / axă	1	2	3	4	5	Medie
0,45	6,6	6,9	12,1	15,2	12,8	10,7
1,35	6,5	7,0	13,6	16,1	13,2	11,3
2,25	5,6	7,1	12,8	16,6	13,8	11,2
3,15	6,4	6,0	10,9	14,8	12,6	10,1
4,05	5,9	5,1	10,9	14,7	12,6	9,9
Medie	6,2	6,4	12,1	15,5	13,0	10,6

Temperaturile gazelor de ardere [°C]

x[m] / axă	1	2	3	4	5	Medie
0,45	167,7	168,1	168,9	169,4	169,0	168,6
1,35	168,8	168,3	169,1	169,6	169,2	168,8
2,25	167,9	168,3	169,1	169,6	169,2	168,8
3,15	167,7	168,1	169,0	169,6	168,8	168,6
4,05	167,6	167,4	168,6	169,4	168,3	168,3
Medie	167,8	168,0	168,9	169,5	168,9	168,6

Tabel 5: Măsurarea profilului de concentrație a SO₂ și O₂ la intrarea FGD. 02.02.2016, sarcină completă.

Secțiune de testare: conducta de intrare în absorber
 Data: 02.02.2016
 Ora: 11:45 - 13:15

Funcționarea instalației

Combustibil: 94% lignit + 6% gaze naturale
 Sarcina grupului: sarcină completă (funcționarea cu două cazane)

Medii din măsurătorile în cadrul rețelei la intrarea în absorber

O_{2 gaze brute}: 10,3 Vol% uscat
 SO_{2 gaze brute}: 5 150 mg/m³ STP uscat
 7 241 mg/m³ STP uscat 6% O₂

Profilele de concentrație

Concentrațiile locale de O₂ în gaze brute [Vol% uscat] (medii de 2 minute)

x[m]	Axa 1	Axa 2	Axa 3	Axa 4	Axa 5	Medie
0,45	10,2	10,2	10,3	10,0	10,4	10,2
1,35	10,2	10,4	10,3	10,2	10,2	10,3
2,25	10,4	10,6	10,5	10,2	10,5	10,4
3,15	10,5	10,4	10,4	10,1	10,5	10,4
4,05	10,2	10,2	10,4	10,3	10,3	10,3
Medie	10,3	10,4	10,4	10,2	10,4	10,3

Concentrațiile locale de SO₂ în gaze brute [mg/m³] STP uscat (medii de 2 minute)

x[m]	Axa 1	Axa 2	Axa 3	Axa 4	Axa 5	Medie
0,45	5 354	5 163	5 139	5 298	5 052	5 201
1,35	5 308	5 111	5 063	5 200	5 122	5 161
2,25	5 152	4 996	4 952	5 245	5 056	5 080
3,15	5 035	5 227	5 068	5 284	5 056	5 134
4,05	5 212	5 331	5 036	5 181	5 122	5 177
Medie	5 212	5 166	5 051	5 241	5 081	5 150

Abatere standard: 111 mg/m³ 2,2%

Concentrațiile locale de SO₂ în gaze brute [mg/m³] STP uscat 6% O₂

x[m]	Axa 1	Axa 2	Axa 3	Axa 4	Axa 5	Medie
0,45	7 420	7 198	7 194	7 232	7 146	7 238
1,35	7 387	7 237	7 135	7 229	7 151	7 228
2,25	7 281	7 186	7 112	7 288	7 237	7 221
3,15	7 197	7 370	7 199	7 288	7 217	7 254
4,05	7 245	7 426	7 164	7 280	7 212	7 265
Medie	7 306	7 283	7 161	7 264	7 193	7 241

Abatere standard: 85 mg/m³ 1,2%

MM

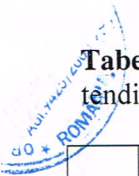
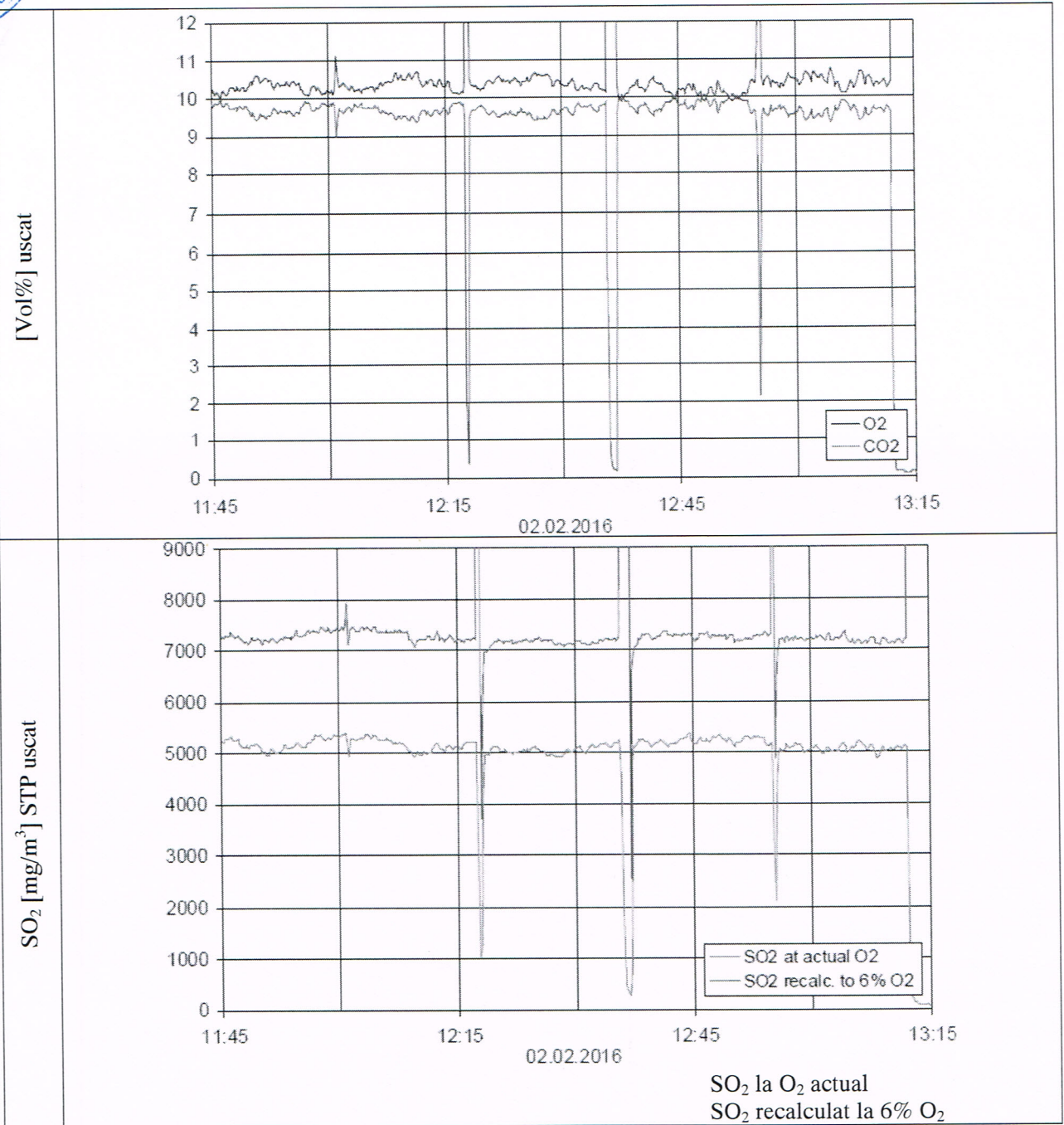


Table 5: (continuare): Măsurarea profilului de concentrații de SO₂ și O₂ la intrarea FGD. Curbele de tendință ale analizelor mobile la intrarea FGD.



Tabel 6: Măsurarea profilului de concentrație a SO₂ și O₂ la intrarea FGD. 03.02.2016, sarcină parțială.

Secțiune de testare: conducta de intrare în absorber
Data: 03.02.2016
Ora: 12:15 - 13:45

Funcționarea instalației

Combustibil: 94% lignit + 6% gaze naturale
Sarcina grupului: sarcină parțială (funcționarea cu un singur cazan)

Medii din măsurătorile în cadrul rețelei la intrarea în absorber

O₂ gaze brute: 9,3 Vol% uscat
SO₂ gaze brute: 6 167 mg/m³ STP uscat
7 898 mg/m³ STP uscat 6% O₂

Profilele de concentrație

Concentrațiile locale de O₂ în gaze brute [Vol% uscat] (medii de 2 minute)

x[m]	Axa 1	Axa 2	Axa 3	Axa 4	Axa 5	Medie
0,45	9,3	9,3	8,8	9,4	9,2	9,2
1,35	9,2	9,1	9,2	9,4	9,1	9,2
2,25	9,3	9,1	9,4	9,2	9,8	9,3
3,15	9,3	9,1	9,5	8,9	10,0	9,3
4,05	9,0	9,3	9,6	9,0	9,7	9,3
Medie	9,2	9,2	9,3	9,2	9,5	9,3

Concentrațiile locale de SO₂ în gaze brute [mg/m³] STP uscat (medii de 2 minute)

x[m]	Axa 1	Axa 2	Axa 3	Axa 4	Axa 5	Medie
0,45	6 317	6 286	6 463	5 894	5 927	6 177
1,35	6 342	6 352	6 288	5 949	5 952	6 177
2,25	6 339	6 426	6 165	6 101	5 626	6 132
3,15	6 360	6 475	6 112	6 293	5 548	6 158
4,05	6 547	6 314	6 079	6 274	5 746	6 192
Medie	6 381	6 371	6 221	6 102	5 760	6 167

Abatere standard: 268 mg/m³ 4,3%

Concentrațiile locale de SO₂ în gaze brute [mg/m³] STP uscat 6% O₂

x[m]	Axa 1	Axa 2	Axa 3	Axa 4	Axa 5	Medie
0,45	8 080	8 037	7 977	7 658	7 513	7 853
1,35	8 071	8 031	7 966	7 719	7 531	7 864
2,25	8 137	8 116	7 982	7 733	7 511	7 896
3,15	8 161	8 144	7 984	7 777	7 550	7 923
4,05	8 221	8 104	7 981	7 848	7 613	7 953
Medie	8 134	8 087	7 978	7 747	7 544	7 898

Abatere standard: 231 mg/m³ 2,9%

Tabel 7a: Măsurarea profilului de concentrație a SO₂ și O₂ la ieșirea din FGD. 02.02.2016, sarcină completă, rețea #1.

Secțiune de testare: coș +106 m
Data: 02.02.2016
Ora: 12:30 - 14:12

Funcționarea instalației

Combustibil: 94% lignit + 6% gaze naturale
Sarcina grupului: sarcină completă (funcționarea cu două cazane)
FGD: 4 pompe de recirculare ale absorberului

Medii de timp pentru perioada de testare din analizor la intrarea în absorber

O₂ gaze brute: 10,3 Vol% uscat
SO₂ gaze brute: 5 076 mg/m³ STP uscat
7 146 mg/m³ STP uscat 6% O₂

Medii din măsurarea din rețea la ieșirea din absorber (coș)

O₂ gaze curățate: 9,9 Vol% uscat
SO₂ gaze curățate: 133 mg/m³ STP uscat
181 mg/m³ STP uscat 6% O₂

Profilele de concentrație

Concentrațiile locale de O₂ în gaze curățate [Vol% uscat] (medii de 2 minute)

r[m] / axă	1	2	3	4	Medie
1,10	10,3	10,1	10,0	9,6	10,0
1,90	10,1	10,1	9,9	9,5	9,9
2,45	10,0	10,2	9,8	9,4	9,8
2,90	9,9	10,1	9,8	9,5	9,8
3,29	10,0	9,9	9,6	9,6	9,8
3,50	10,0	10,1	10,1	9,7	10,0
Medie	10,0	10,1	9,9	9,6	9,9

Concentrațiile locale de SO₂ în gaze curățate [mg/m³] STP uscat (medii de 2 minute)

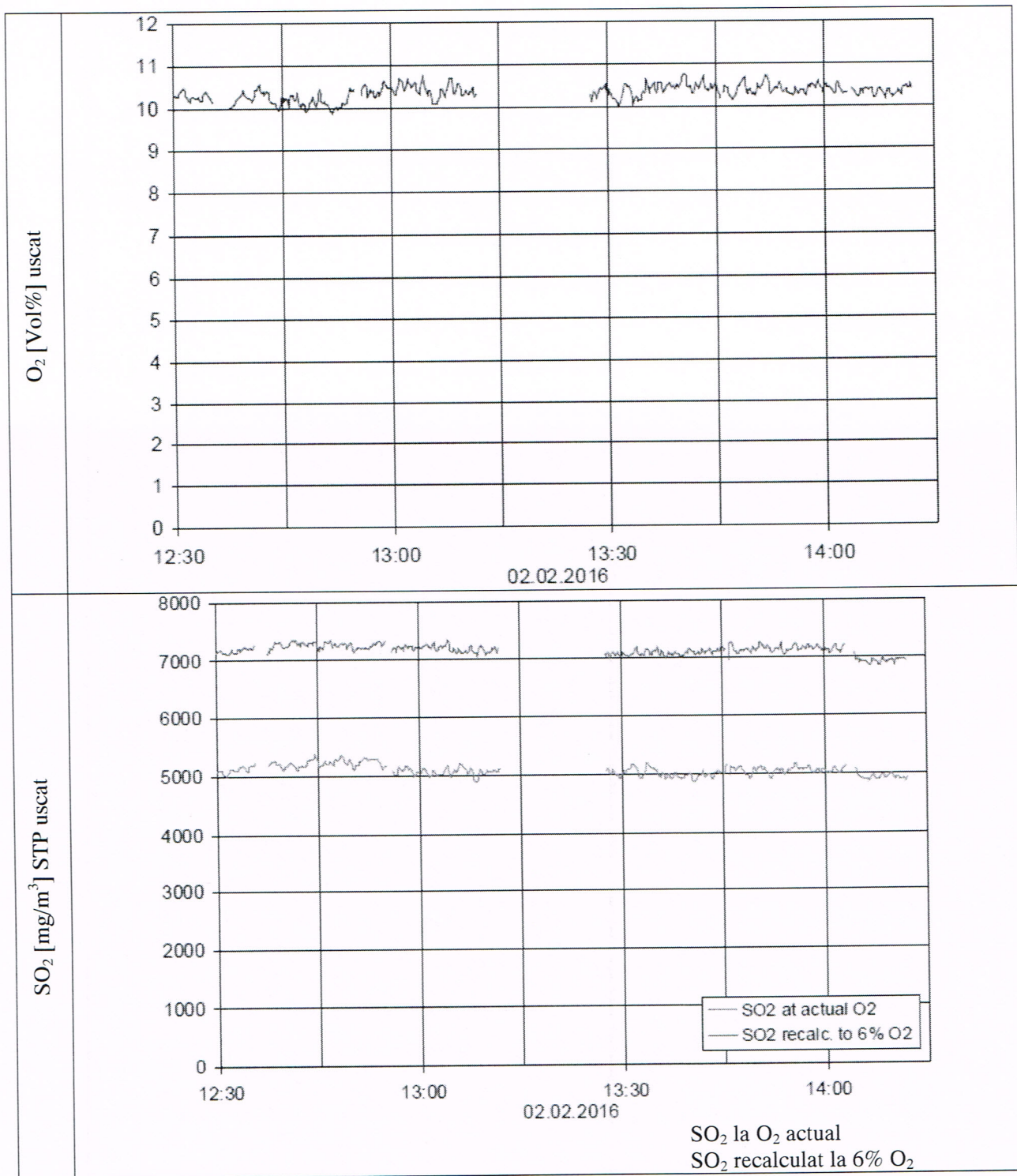
r[m] / axă	1	2	3	4	Medie
1,10	92	104	187	42	106
1,90	193	131	184	40	137
2,45	241	150	178	36	151
2,90	212	146	192	33	146
3,29	178	155	178	29	135
3,50	143	175	156	27	125
Medie	176	143	179	35	133

Concentrațiile locale de SO₂ în gaze curățate [mg/m³] STP uscat 6% O₂

x[m]	1	2	3	4	Medie
1,10	129	144	256	56	146
1,90	266	181	249	52	187
2,45	328	209	237	47	205
2,90	285	202	257	43	197
3,29	242	209	235	38	181
3,50	195	241	215	36	172
Medie	241	198	242	45	181

ORDIN
 nr. 1925/20...
 din 19/02/2016

Tabel 7a: (continuare): Măsurarea profilului de concentrații de SO₂ și O₂ la ieșirea din FGD, rețea #1. Curbele de tendință ale analizoarelor mobile la intrarea FGD.



SO₂ la O₂ actual
 SO₂ recalculat la 6% O₂

Tabel 7b: Măsurarea profilului de concentrație a SO₂ și O₂ la ieșirea din FGD. 02.02.2016, sarcină completă, rețea #2.

Secțiune de testare: coș +106 m
 Data: 02.02.2016
 Ora: 14:32 - 16:23

Funcționarea instalației

Combustibil: 94% lignit + 6% gaze naturale
 Sarcina grupului: sarcină completă (funcționarea cu două cazane)
 FGD: 4 pompe de recirculare ale absorberului

Medii de timp pentru perioada de testare din analizor la intrarea în absorber

O₂ gaze brute: 10,4 Vol% uscat
 SO₂ gaze brute: 4 705 mg/m³ STP uscat
 6 642 mg/m³ STP uscat 6% O₂

Medii din măsurarea din rețea la ieșirea din absorber (coș)

O₂ gaze curățate: 9,9 Vol% uscat
 SO₂ gaze curățate: 104 mg/m³ STP uscat
 142 mg/m³ STP uscat 6% O₂

Profilele de concentrație

Concentrațiile locale de O₂ în gaze curățate [Vol% uscat] (medii de 2 minute)

r[m] / axă	1	2	3	4	Medie
1,10	10,3	9,5	10,1	10,6	10,1
1,90	9,8	9,5	10,1	10,3	9,9
2,45	9,7	9,5	10,1	10,2	9,9
2,90	9,6	9,5	10,1	10,4	9,9
3,29	9,5	9,7	10,0	10,4	9,9
3,50	9,5	9,8	10,7	10,1	10,0
Medie	9,7	9,6	10,2	10,3	9,9

Concentrațiile locale de SO₂ în gaze curățate [mg/m³] STP uscat (medii de 2 minute)

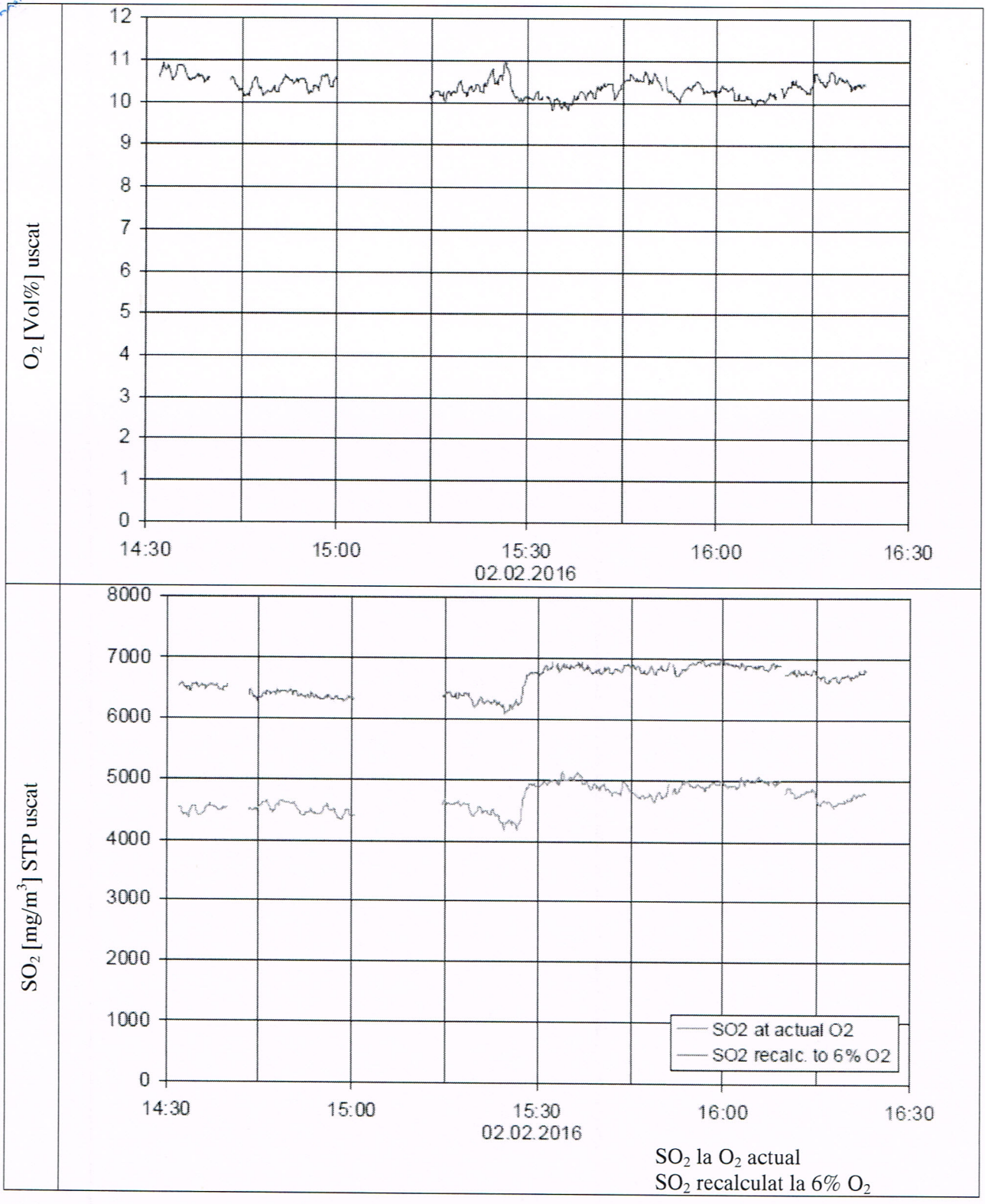
r[m] / axă	1	2	3	4	Medie
1,10	103	97	38	116	89
1,90	116	132	75	138	115
2,45	99	133	102	145	119
2,90	78	117	116	123	109
3,29	68	95	108	113	96
3,50	76	75	131	103	96
Medie	90	108	95	123	104

Concentrațiile locale de SO₂ în gaze curățate [mg/m³] STP uscat 6% O₂

x[m]	1	2	3	4	Medie
1,10	144	127	53	167	123
1,90	155	172	103	193	156
2,45	131	173	141	201	162
2,90	104	153	159	174	147
3,29	88	126	147	160	130
3,50	100	100	191	143	133
Medie	120	142	132	173	142

INSTITUTUL NAȚIONAL DE PROTECȚIE MEDIULI
 TRADIȚIE, CALITATE, SIGURANȚĂ
 A.U.T. - AUF 9425/200
 15.02.2016

Tabel 7b: (continuare): Măsurarea profilului de concentrații de SO₂ și O₂ la ieșirea din FGD, rețea #2. Curbele de tendință ale analizoarelor mobile la intrarea FGD.



Tabel 8a: Măsurarea profilului de concentrație a SO₂ și O₂ la ieșirea din FGD. 03.02.2016, sarcină parțială, rețea #1.

Secțiune de testare: coș +106 m
Data: 03.02.2016
Ora: 12:53 - 14:39

Funcționarea instalației

Combustibil: 94% lignit + 6% gaze naturale
Sarcina grupului: sarcină parțială (funcționarea cu un singur cazan)
FGD: 3 pompe de recirculare ale absorberului

Medii de timp pentru perioada de testare din analizor la intrarea în absorber

O₂ gaze brute: 9,3 Vol% uscat
SO₂ gaze brute: 5 866 mg/m³ STP uscat
7 553 mg/m³ STP uscat 6% O₂

Medii din măsurarea din rețea la ieșirea din absorber (coș)

O₂ gaze curățate: 9,8 Vol% uscat
SO₂ gaze curățate: 138 mg/m³ STP uscat
186 mg/m³ STP uscat 6% O₂

Profilele de concentrație

Concentrațiile locale de O₂ în gaze curățate [Vol% uscat] (medii de 2 minute)

r[m] / axă	1	2	3	4	Medie
1,10	9,7	9,5	9,7	9,6	9,6
1,90	9,9	9,7	9,8	9,5	9,7
2,45	10,0	9,9	9,9	9,8	9,9
2,90	10,1	10,0	10,1	9,6	9,9
3,29	9,7	10,1	10,0	9,5	9,8
3,50	9,5	10,2	10,1	9,7	9,9
Medie	9,8	9,9	9,9	9,6	9,8

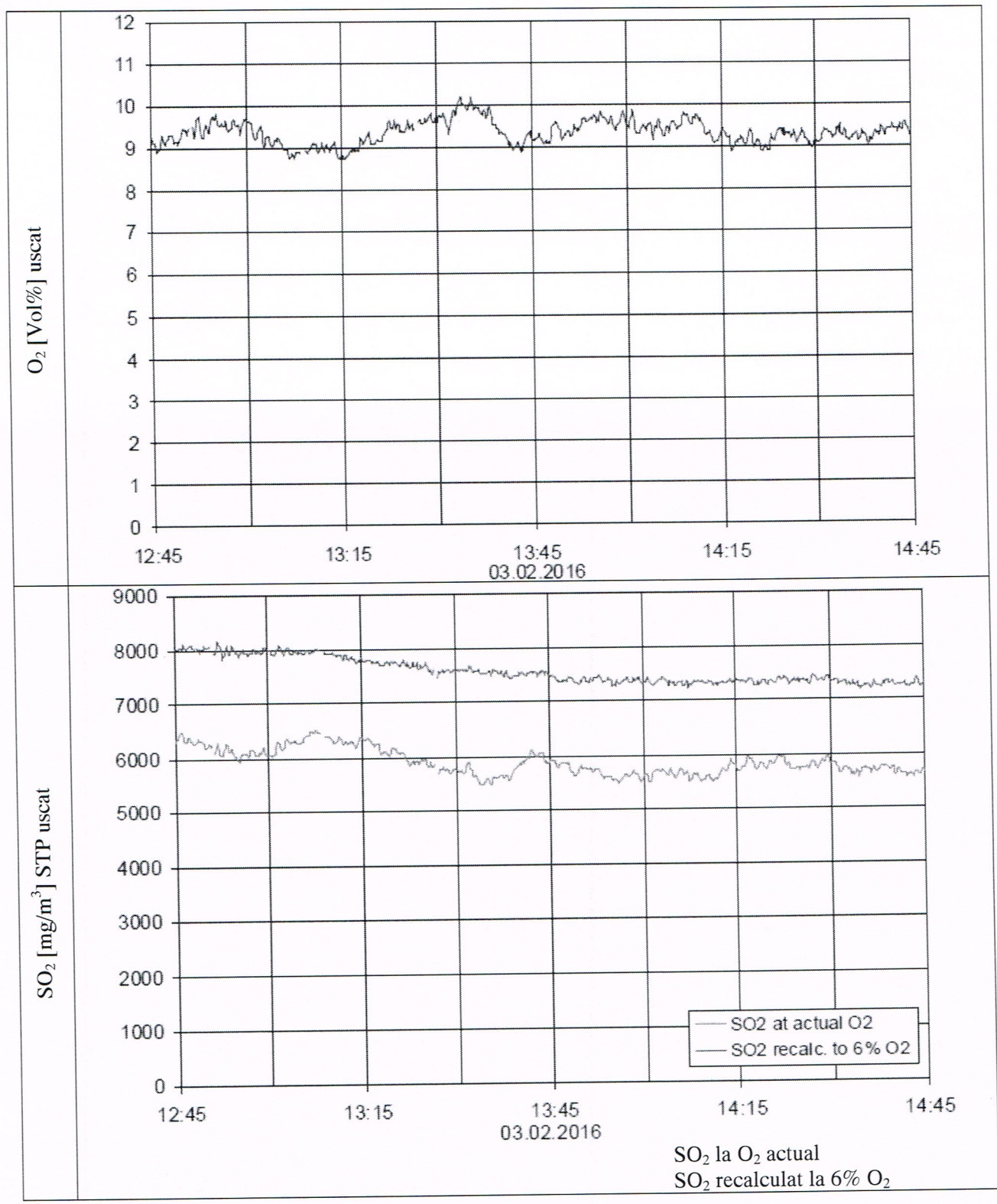
Concentrațiile locale de SO₂ în gaze curățate [mg/m³] STP uscat (medii de 2 minute)

r[m] / axă	1	2	3	4	Medie
1,10	189	190	120	69	142
1,90	183	202	120	72	144
2,45	181	208	110	66	141
2,90	183	209	99	66	139
3,29	172	197	90	70	132
3,50	159	197	83	75	129
Medie	178	200	104	70	138

Concentrațiile locale de SO₂ în gaze curățate [mg/m³] STP uscat 6% O₂

x[m]	1	2	3	4	Medie
1,10	251	248	159	90	187
1,90	248	267	161	94	193
2,45	248	282	149	88	192
2,90	251	284	136	87	190
3,29	229	272	123	91	179
3,50	208	274	114	100	174
Medie	239	271	141	92	186

Tabel 8a: (continuare): Măsurarea profilului de concentrații de SO₂ și O₂ la ieșirea din FGD, rețea #1. Curbele de tendință ale analizoarelor mobile la intrarea FGD.



SO₂ la O₂ actual
 SO₂ recalculat la 6% O₂

Tabel 8b: Măsurarea profilului de concentrație a SO₂ și O₂ la ieșirea din FGD. 03.02.2016, sarcină parțială, rețea #2.

Secțiune de testare: coș +106 m
 Data: 03.02.2016
 Ora: 15:38 - 17:19

Funcționarea instalației

Combustibil: 94% lignit + 6% gaze naturale
 Sarcina grupului: sarcină parțială (funcționarea cu un singur cazan)
 FGD: 3 pompe de recirculare ale absorberului

Medii de timp pentru perioada de testare din analizor la intrarea în absorber

O₂ gaze brute: 9,1 Vol% uscat
 SO₂ gaze brute: 5 513 mg/m³ STP uscat
 6 968 mg/m³ STP uscat 6% O₂

Medii din măsurarea din rețea la ieșirea din absorber (coș)

O₂ gaze curățate: 9,7 Vol% uscat
 SO₂ gaze curățate: 120 mg/m³ STP uscat
 160 mg/m³ STP uscat 6% O₂

Profilele de concentrație

Concentrațiile locale de O₂ în gaze curățate [Vol% uscat] (medii de 2 minute)

r[m] / axă	1	2	3	4	Medie
1,10	10,0	10,2	9,9	8,9	9,8
1,90	10,5	10,1	9,0	9,0	9,6
2,45	10,2	10,2	8,8	8,9	9,5
2,90	10,4	10,2	8,7	8,7	9,5
3,29	10,4	10,2	8,7	9,7	9,8
3,50	10,1	10,4	8,6	10,2	9,8
Medie	10,3	10,2	8,9	9,2	9,7

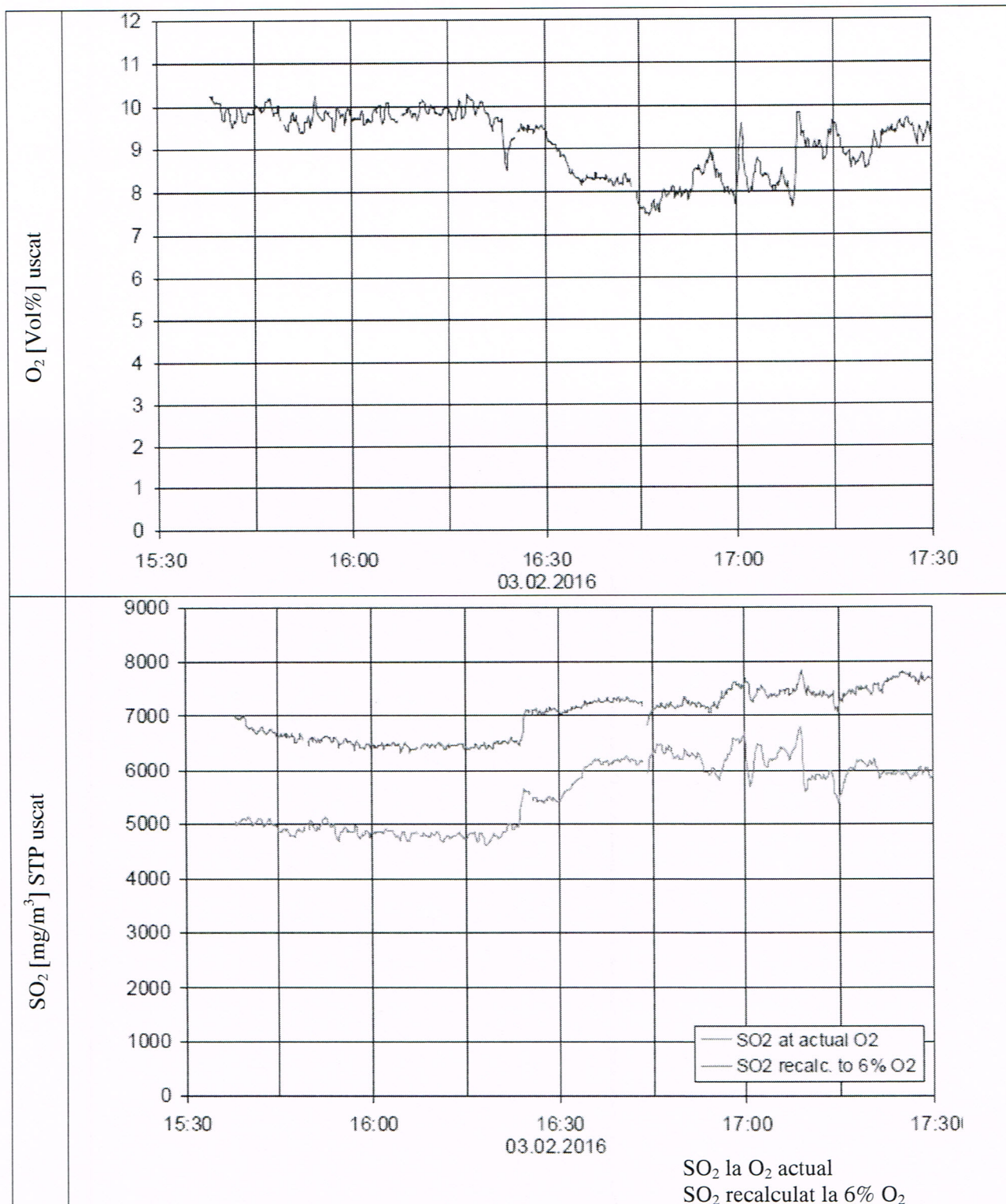
Concentrațiile locale de SO₂ în gaze curățate [mg/m³] STP uscat (medii de 2 minute)

r[m] / axă	1	2	3	4	Medie
1,10	194	103	93	96	122
1,90	148	116	109	121	123
2,45	128	117	127	115	122
2,90	120	121	125	112	119
3,29	109	130	120	120	120
3,50	101	132	117	115	116
Medie	133	120	115	113	120

Concentrațiile locale de SO₂ în gaze curățate [mg/m³] STP uscat 6% O₂

x[m]	1	2	3	4	Medie
1,10	265	144	125	119	163
1,90	212	159	136	151	164
2,45	178	162	156	142	160
2,90	170	168	153	137	157
3,29	153	182	146	160	160
3,50	138	188	141	160	157
Medie	186	167	143	145	160

Tabel 8b: (continuare): Măsurarea profilului de concentrații de SO₂ și O₂ la ieșirea din FGD, rețea #2. Curbele de tendință ale analizoarelor mobile la intrarea FGD.



Tabel 9a: Calcularea raportului stoichiometric garantat $\text{CaCO}_3 / \text{SO}_{x,\text{eliminat}}$ ($= \text{CaCO}_3 / \text{Ca}_{\text{reactat}}$) și conținutul de CaCO_3 maxim permis în ghips (șlam) din consumul de calcar garantat în condițiile de referință

Garanție privind consumul

	$m_{\text{calcar,max}}$	= 17 920 kg/h	(95% CaCO_3 , 5% inerte)
→	$m_{\text{CaCO}_3,\text{max}}$	= 17 024 kg/h	
		= 170,1 kMol/h	

Condiții de referință

$F_{\text{gaze de ardere,in}}$	= 1 885 224 m ³ /h (STP hum)
H_2O	= 17,96 Vol%
O_2	= 6,72 Vol% (hum)
	= 8,19 Vol% (uscat)
→ $F_{\text{gaze de ardere,in}}$	= 1 319 957 km ³ /h (STP uscat, 6,0% O_2)
$\text{SO}_{2,\text{in}}$	= 8 175 mg/m ³ (STP uscat, 6,0 O_2)
$m_{\text{SO}_2,\text{in}}$	= 10 791 kg/h
$\text{SO}_{2,\text{afară}}$	= 190 mg/m ³ (STP uscat, 6% O_2)
$m_{\text{SO}_2,\text{afară}}$	= 251 kg/h
→ $m_{\text{SO}_2,\text{elim}}$	= 10 540 kg/h
	= 164,54 kMol/h

Premisă: 20% SO_3 eliminare în WFGD

$\text{SO}_{3,\text{in}}$	= 82 mg/m ³ (STP uscat, 6% O_2)
$\text{SO}_{3,\text{afară}}$	= 65 mg/m ³ (STP uscat, 6% O_2)
→ $m_{\text{SO}_3,\text{elim}}$	= 21,6 kg/h
	= 0,27 kMol/h

Cerere stoichiometrică de CaCO_3 în condiții de referință

pentru $\text{SO}_{2,\text{elim}}$: 164,54 kMol/h
pentru $\text{SO}_{3,\text{elim}}$: 0,27 kMol/h
cerere totală	: 164,81 kMol/h
consum total	: 170,09 kMol/h
→ Raport din proiect	= 1,0321 (raport stoichiometric)

→ Depășire maximă permisă de CaCO_3 în șlamul de ghips

= 3,21 Mol%	($\text{CaCO}_3 / \text{Ca}_{\text{reactat}}$)
= 3,11 Mol%	($\text{CaCO}_3 / \text{Ca}_{\text{tot}}$)

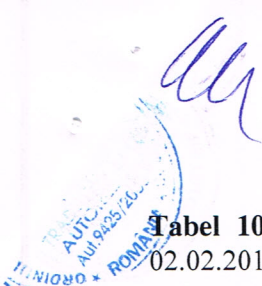
Tabel 9b: rezultatele analizei șlamului de ghips, calculul raportului stoichiometric actual $Ca_{tot} / Ca_{reactat} (= Ca_{tot} / (Ca_{tot} - CaCO_3, \text{ghips}))$ și consumul de calcar rezultat în condițiile de referință contractuale.

Probe prelevate din fluxul inferior al hidrociclonului

Proba nr.	Data	Ora
GS 1	02.02.2016	12:45
GS 2	02.02.2016	14:45
GS 3	02.02.2016	16:50

Parametru	Probă GS 1	Probă GS 2	Probă GS 3	Dim.	Metoda aplicată
Total solide	52,9	53,8	52,8	masă% ¹⁾	DIN EN 12880 S2a:2001-02
Ca_{tot}	22,9	22,8	22,9	masă% ²⁾	DIN EN ISO 11885 E22:2009-09
CO_2	0,18	0,18	0,19	masă% ²⁾	DIN EN 13137 S30:2001-12
$CaCO_3$	0,41	0,41	0,43	masă% ²⁾	Calculat din conținutul de CO_2
$Ca_{tot} / (Ca_{tot} - CaCO_3)$	1,007	1,007	1,008	Mol/Mol	Raport stoichiometric
$CaCO_3 / Ca_{tot}$	0,71	0,72	0,75	Mol% ³⁾	Depășirea calcarului

Observații: 1) reziduuri de evaporare (43°C)
2) în proba de șlam uscat (43°C)
3) Mol $CaCO_3$ / Mol Ca



Tabel 10: Consum de energie electrică și presiune statică a gazelor de ardere la limitele bateriei, 02.02.2016, sarcină completă.

Interval de timp	3BB01 putere reactivă [MWh/h]	Presiune statică Grup 1 [Pa]	Presiune statică Grup 2 [Pa]
09:00 - 10:00	7.976	-110	-110
10:00 - 11:00	7.978	-102	-111
11:00 - 12:00	7.983	-98	-105
12:00 - 13:00	7.997	-105	-115
13:00 - 14:00	7.980	-92	-110
14:00 - 15:00	7.945	-74	-86
15:00 - 16:00	7.849	-80	-64
16:00 - 17:00	7.854	-82	-68
17:00 - 18:00	7.877	-92	-76
Medie	7.938	-93	-94

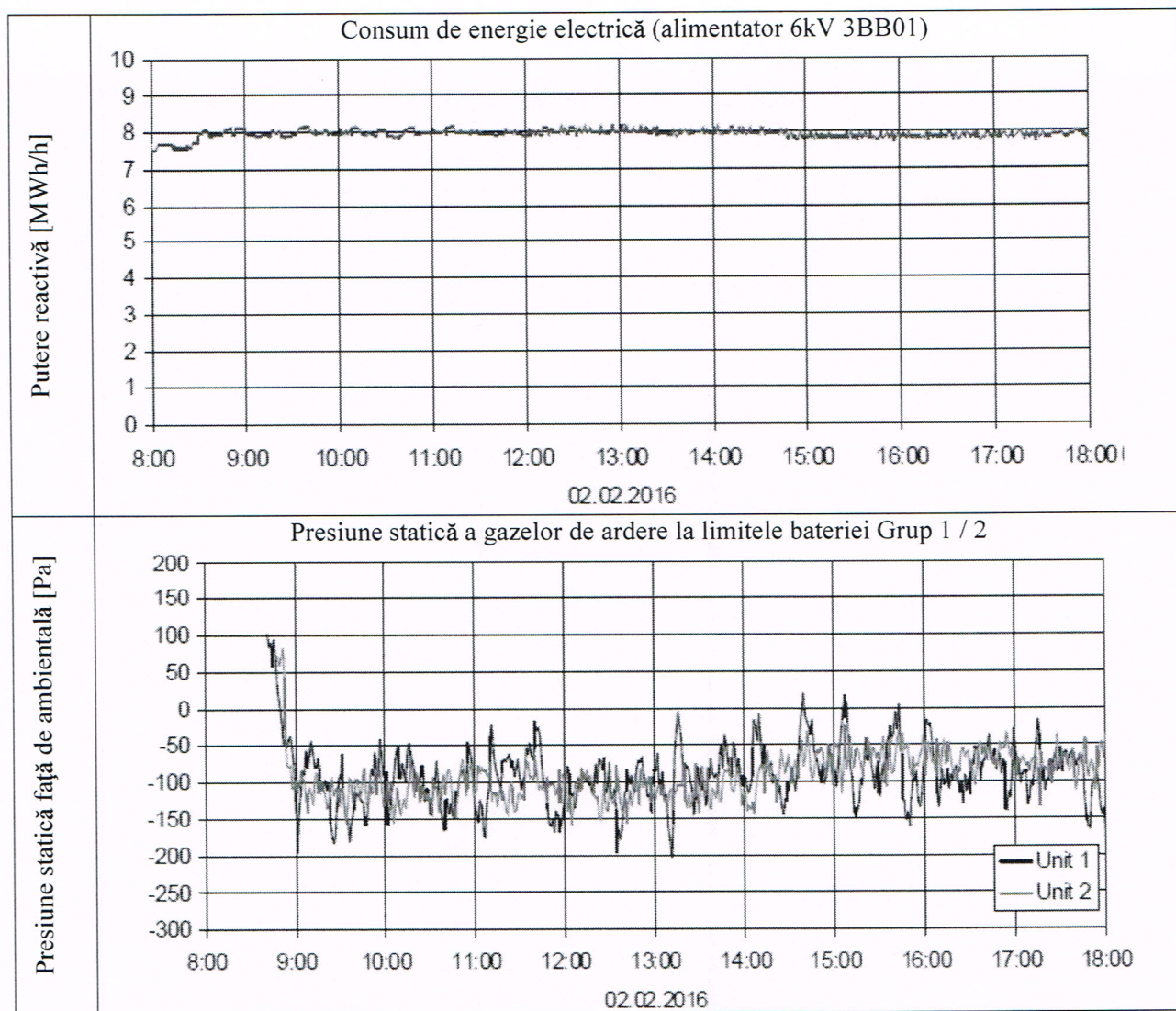
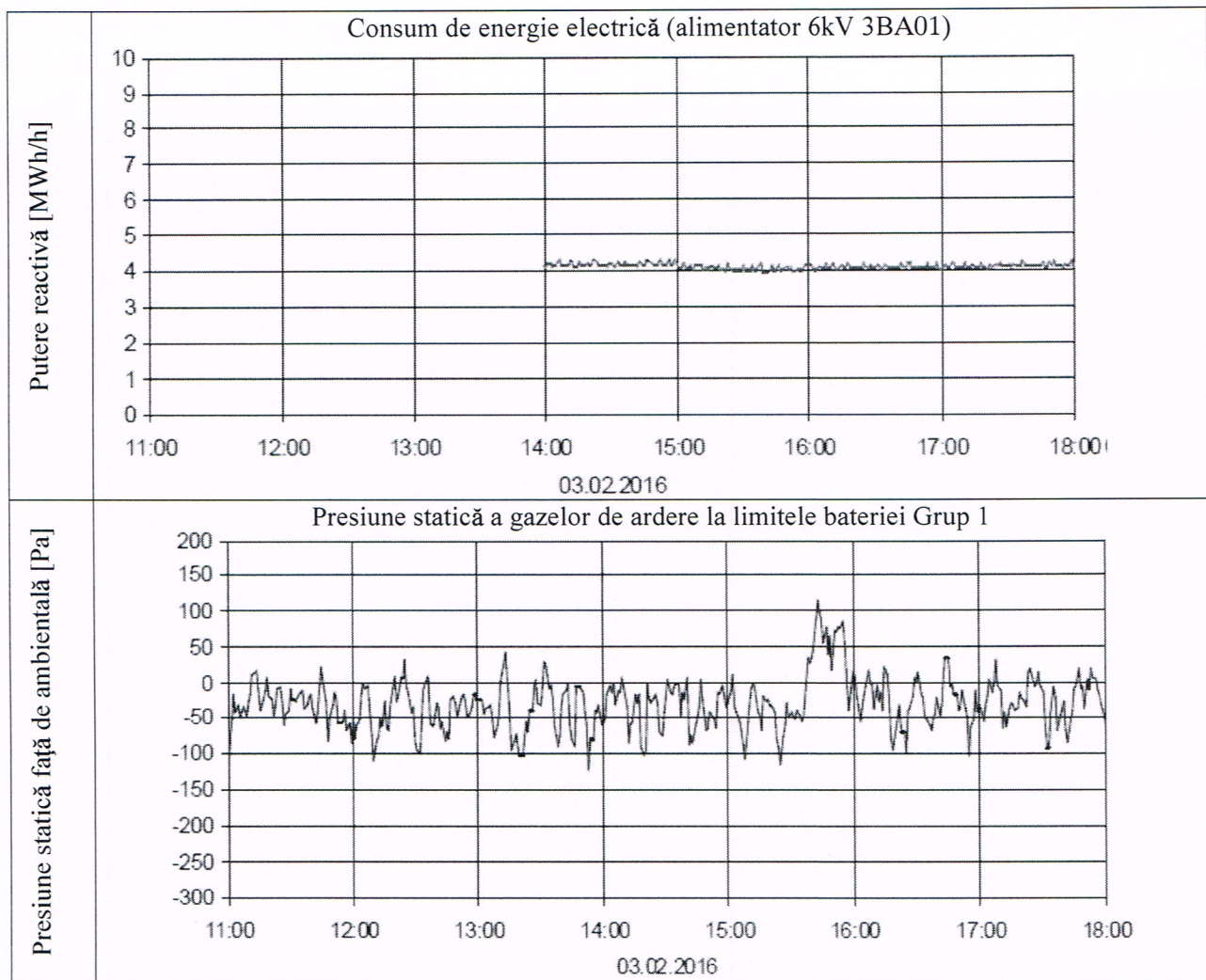




Table 11: Consum de energie electrică și presiune statică a gazelor de ardere la limitele bateriei, 03.02.2016, sarcină parțială.

Interval de timp	3BA01 putere reactivă [MWh/h]	Presiune statică Grup 1 [Pa]	Presiune statică Grup 2 [Pa]
11:00 - 12:00		-39	Nu se află în funcțiune
12:00 - 13:00		-39	
13:00 - 14:00		-39	
14:00 - 15:00	4.185	-34	
15:00 - 16:00	4.061	-9	
16:00 - 17:00	4.084	-28	
17:00 - 18:00	4.111	-24	
Medie	4.110	-29	



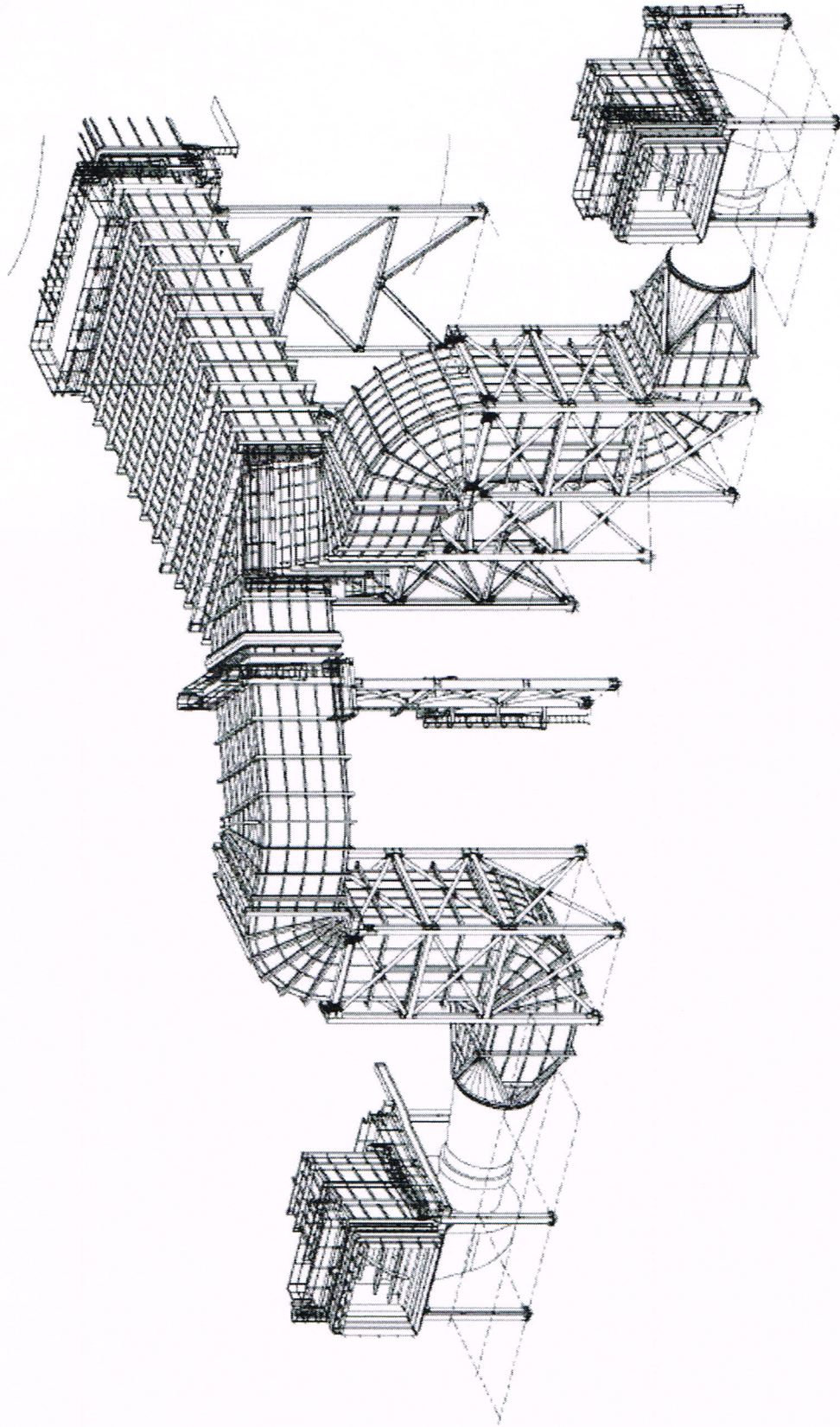


Figura 1: izometria secțiunii de intrare FGD de la limitele bateriei (intrarea ventilatoarelor auxiliare) către intrarea în absorber cu secțiune de testare de intrare (marcată cu roșu).

IRARES FLORIN &
TRADUCERE
AUTOR
ROMANIA

Secțiune de testare la intrare

let Test Sect i on

▽ + 17.3 m

▽ + 150.0 m

▽ + 106.0 m

Outlet Te

Secțiune de testare la ieșire

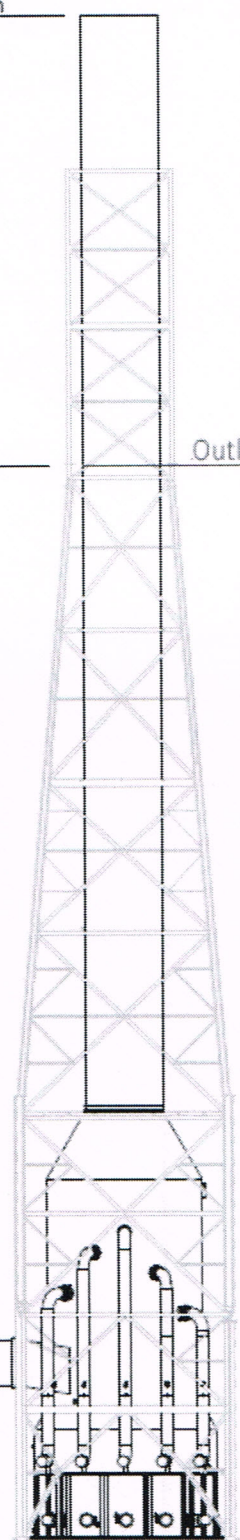
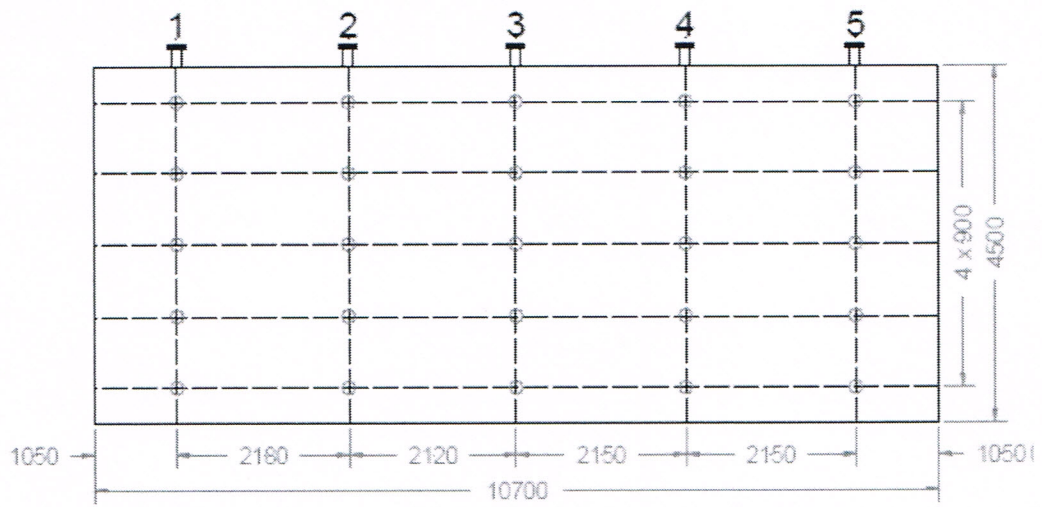


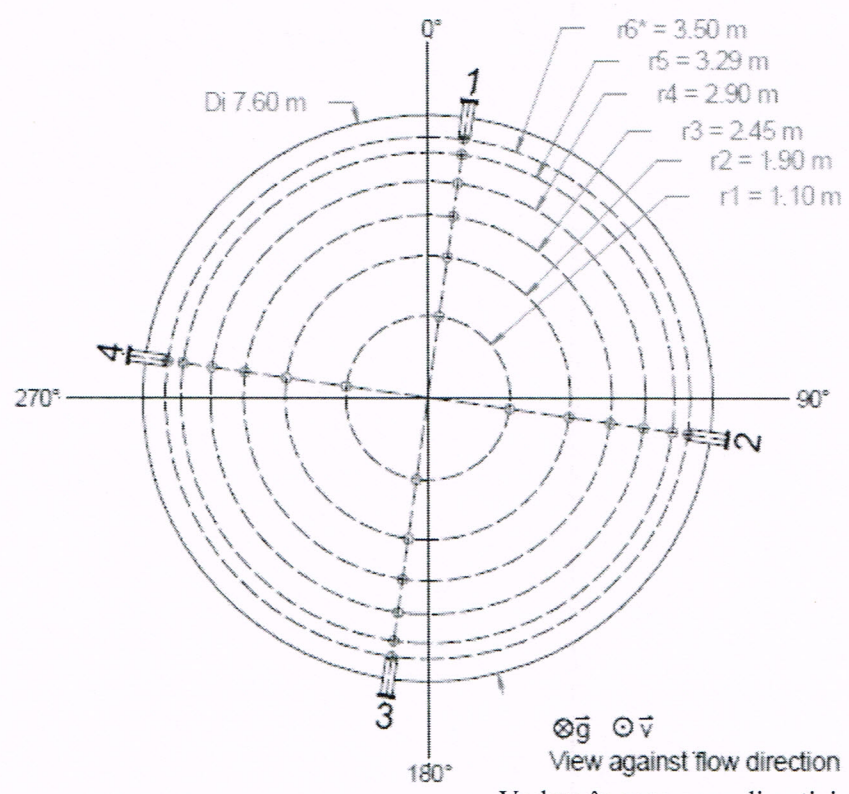
Fig. 2: vedere laterală a turnului absorberului cu coș umed suprapus, cu secțiuni de testare la intrare și ieșire (marcate cu roșu).

MINISTERUL ENERGIEI
 AUTORITATEA ROMÂNĂ DE REGLEMENTARE A ENERGIEI
 ROMANIA



Vedere în sens opus direcției de curgere $\odot \vec{v}$ $\downarrow \vec{g}$

Fig. 3: Proiecție a secțiunii de testare "intrare FGD" din conducta de intrare orizontală a absorberului, pozițiile de măsurare și prelevare a probelor și denumirea orificiilor de măsurare, respectiv axele. Vedere în sens opus direcției de curgere.



Vedere în sens opus direcției de curgere

Fig. 4: Proiecție a secțiunii de testare "ieșire FGD" (Coș +106 m), poziții de măsurare și prelevare a probelor și denumire a orificiilor de măsurare, respectiv a axelor. Vedere în sens opus direcției de curgere.

Craiova WFGD
Curbe de corecție
Curba 1. Limita de emisii de SO₂ față de fluxul de gaze de ardere la intrare

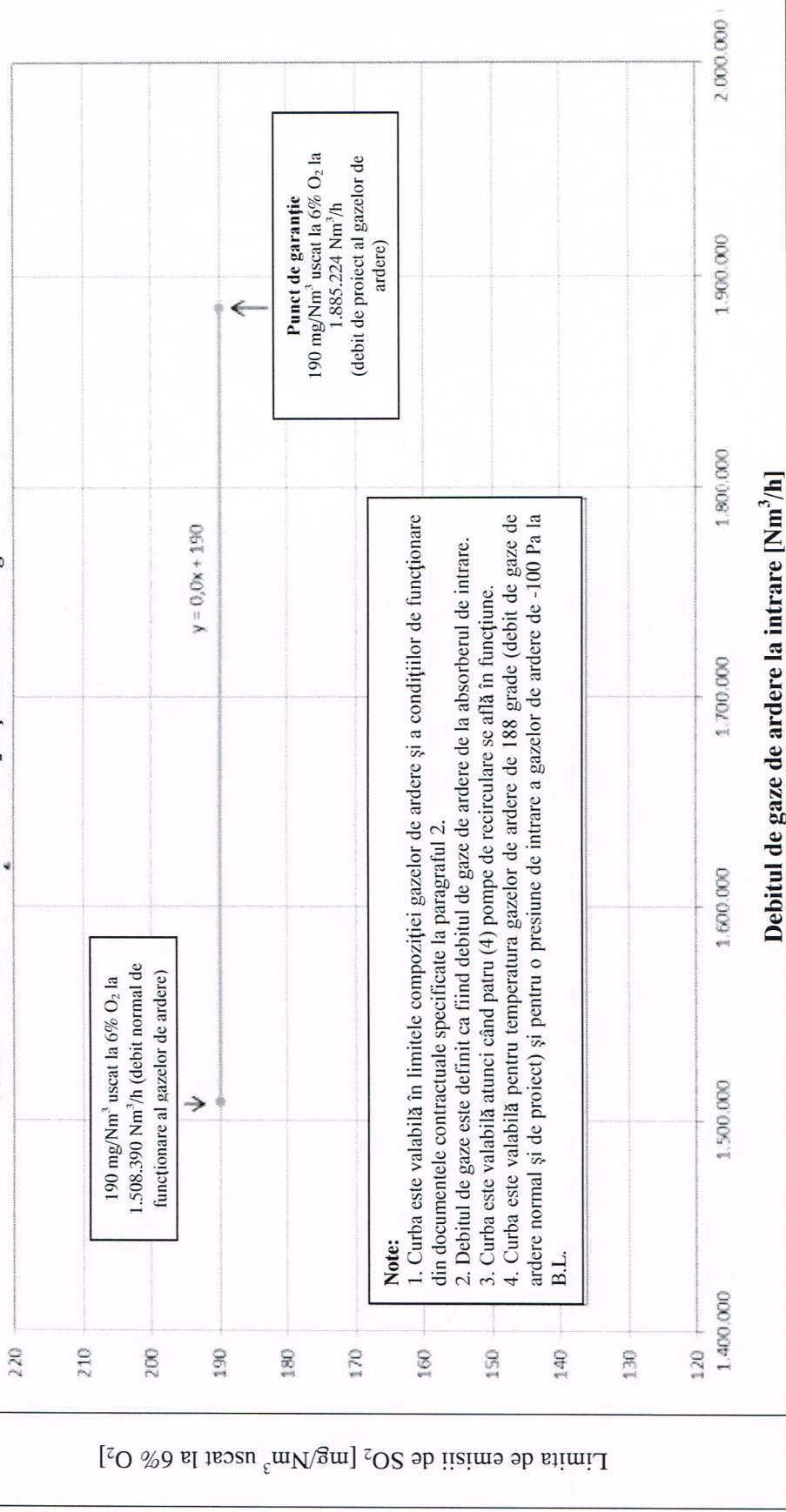


Fig. 5: curba de corecție contractuală, concentrația de SO₂ în gazele curățate față de debitul gazelor de ardere la intrare.

Craiova WFGD

Curbe de corecție

Curba 2. Consum de energie electrică față de fluxul de gaze de ardere la intrare

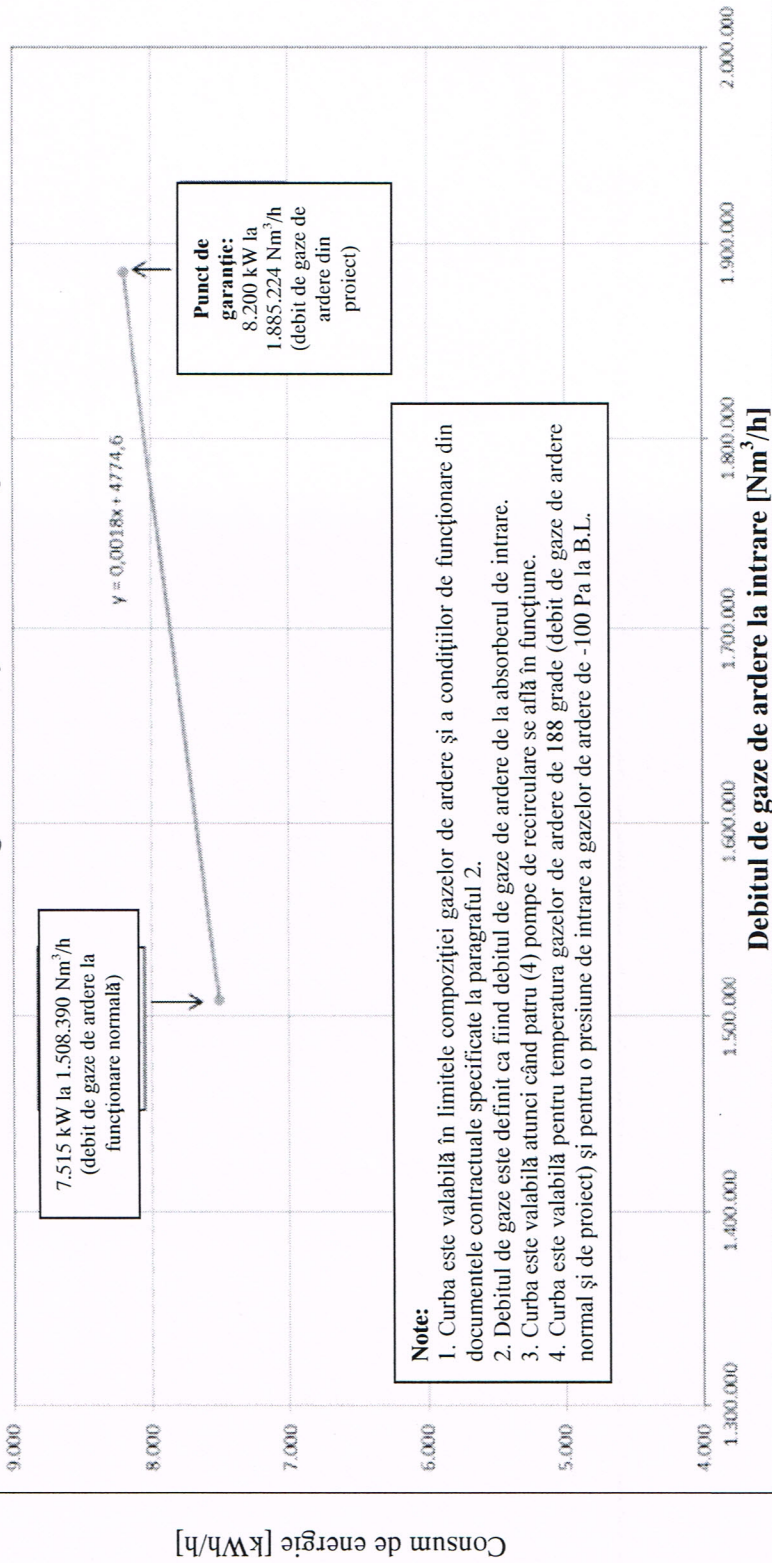
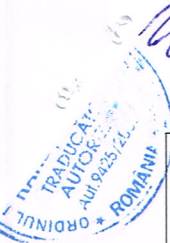


Fig. 6: curba de corecție contractuală, consum de energie electrică față de debitul gazelor de ardere la intrare.



Subsemnatul **BOLDEANU RAREȘ FLORIN**, interpret și traducător autorizat pentru limba engleză, în temeiul autorizației nr. 9425 din data de 24.07.2003, eliberată de Ministerul Justiției din România, certific exactitatea traducerii efectuate din limba engleză în limba română, că textul prezentat a fost tradus complet, fără omisiuni, și că, prin traducere, înscrisului nu i-a fost denaturat conținutul și sensul.

Înscrisul a cărui traducere se solicită în întregime are, în integralitatea sa, un număr de 49 pagini, poartă titlul „Teste de funcționare”, a fost emis de TUV SUD Industrie Service GmbH și mi-a fost prezentat în întregime.

Traducerea înscrisului prezentat are un număr de 49 pagini și a fost efectuată potrivit cererii scrise înregistrate cu nr. 18/10.03.2016, păstrate în arhiva subsemnatului.

S-a încasat onorariul de 911 lei, factura nr. 8839702.

INTERPRET ȘI TRADUCĂTOR AUTORIZAT
BOLDEANU RAREȘ FLORIN



ROMÂNIA
Uniunea Națională a Notarilor Publici
Birou notarial.....
Licența de funcționare nr.....
Sediul:

ROMÂNIA – U.N.N.P.R. – C.N.P.B.
Birou Individual Notarial „ACCEPTER”
Licență de funcționare nr. 123/2114/26.02.014
Sed.: București sect. 5, Spl. Independenței nr. 1, bl. 16
sc. 2, et. 1, ap. 33, Tel./Fax: 021.316.88.04, CIF 19422596

ÎNCHEIERE DE LEGALIZARE A SEMNĂTURII TRADUCĂTORULUI nr. 403.....

Mitrea Dorina
NOTAR PUBLIC

Anul 2016 luna 03 ziua 16.

....., notar public, în temeiul art. 12 lit. j) din Legea notarilor publici și a activității notariale nr. 36/1995, legalizez semnătura de mai sus, aparținând lui **BOLDEANU RAREȘ FLORIN**, interpret și traducător autorizat, în baza specimenului de semnătură depus la biroul notarial, de pe 1 exemplare ale înscrisului, care are ca parte integrantă o copie a actului tradus înscrisul a cărui traducere se solicită este un

înscrisului semnătură privată

S-a încasat onorariul de 30 + 6 (tva) lei, cu bon fiscal nr. 0012.....

Notar Public

Mitrea Dorina
NOTAR PUBLIC

