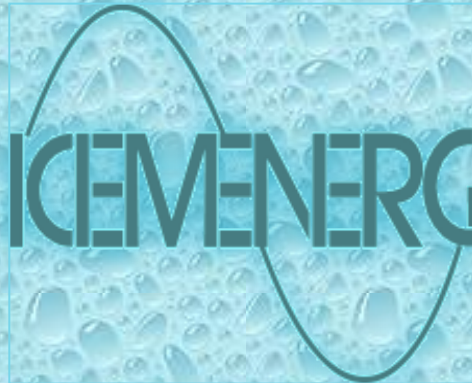
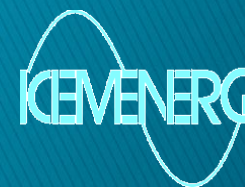
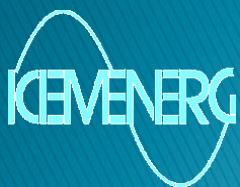




**Institutul National de Cercetare Dezvoltare
pentru Energie – ICEMENERG Bucuresti**
Masă rotundă – 15 OCTOMBRIE 2020

***"INCDE ICEMENERG
trecut, prezent și viitor în domeniul
energetic"***

București - 2020



➤ În cadrul mesei rotunde ***"INCDE ICEMENERG trecut, prezent și viitor în domeniul energetic"*** au fost prezentate lucrări se s-au înscris în tematicile abordate în mod tradițional în cei patruzeci și șase de ani de existență/activitate ai INCDE ICEMENERG. De asemenea lucrările prezentate au accentuat elementelor de actualitate din domeniului Energetic.

➤ În cadrul mesei rotunde au fost prezentate următoarele lucrări:

✓ *Evaluarea impactului echipamentelor energetice asupra calitatii mediului inconjurator prin cuantificarea continutului de metale grele cu scopul combaterii si reducerii poluarii*

- autori: ing. Loredana Popescu drd. ing. Irina Chera-Anghel

✓ *Studii, cercetari si probe tehnologice pentru arderea unui carbune subbituminos cu un continut scazut de sulf si cenusa si continut ridicat de umiditate la un cazan energetic*

- autori: ing. Dan Nistorescu, dr. ing. Adrian Andrei Adam, ing. Mândrean Cristian

✓ *Studiu de caz privind utilizarea tratamentului cu FINEAMIN in circuitul apei de alimentare la generatoarele de abur*

- autor: ing. Constantin Barbu

✓ *Tehnologii pentru utilizarea eficientă a micropotențialului hidroenergetic*

- autor: dr. ing. Cristian Purece

✓ *Arzator multijet cu NOx redus cu functionare pe carbune*

- autori: ing. Silvia Ligda, ing. Mândrean Cristian, ing. Georgiana Vasile



INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE – DEZVOLTARE
PENTRU ENERGIE

ICEMENERG Bucuresti

**EVALUAREA IMPACTULUI ECHIPAMENTELOR ENERGETICE ASUPRA CALITATII
MEDIULUI INCONJURATOR PRIN CUANTIFICAREA CONTINUTULUI DE METALE
GRELE CU SCOPUL COMBATERII SI REDUCERII POLUARII**



AUTORI:

ING. LOREDANA POPESCU

ING. IRINA CHERA-ANGHEL

*“INCDE ICEMENERG – trecut, prezent si viitor in
domeniul energetic”*

Bucuresti, 15 octombrie 2020

INTRODUCERE

- ▶ Prezenta lucrare de cercetare face parte din proiectele Programului Nucleu de cercetare–dezvoltare intitulat „*Noi tendinte in vederea dezvoltarii sustenabile a sectorului energetic – NTDSE*”, cod PN 19 40, contract nr. 27N / 11.02.2019, derulat si finantat cu sprijinul MEC.
- ▶ **Obiectivul principal** al acestei teme de cercetare este reprezentat de abordarea de noi domenii de cercetare si/sau aprofundarea celor deja dezvoltate, cu rol de prevenire, control, reducere si combatere a poluarii mediului, prin evidentierea starii de calitate a solurilor si a apelor din arealul de exploatare a instalatiilor si echipamentelor energetice in scopul cresterii eficientei si sigurantei in exploatare, sporirea contributiei cercetarii stiintifice la o dezvoltare sustenabila a sectorului energetic in conformitate cu strategiile de dezvoltare specifice sectorului energetic la nivel national si european si imbogatirea portofoliului de lucrari care vin in intampinarea mediului economic pus in fata implementarii noilor reglementari internationale de mediu.

Aspecte Generale

- ▶ Mediul, in sens larg, reprezinta ansamblul tuturor influentelor si conditiilor externe care afecteaza viata si dezvoltarea unui organism.
- ▶ In ultimul timp poluarea mediului inconjurator cu metale grele a atras atentia din cauza problematicii deosebit de complexe ridicate de acest fenomen, deoarece majoritatea metalelor grele nu se gasesc sub forma solubila in apa sau, daca intr-adevar exista, speciile chimice respective sunt complexate cu liganzi organici sau anorganici, fapt care influenteaza radical toxicitatea acestora.





- ▶ Potentialul toxic al metalelor depinde de biodisponibilitate si de proprietatile fizico-chimice ale acestora. Aceste proprietati depind de structura atomica a metalelor, redată in sistemul periodic al elementelor.
- ▶ Calitatea apei, aerului si solului, conditioneaza masura in care mediul inconjurator isi poate pastra nealterate functiile sale vitale (utilitate directa pentru indivizi; furnizor de materii prime si energie pentru activitatile economice; "contribuabil" la sustinerea suport a vietii).
- ▶ Din aceasta perspectiva, asigurarea satisfacerii cerintelor generatiei prezente, fara a fi compromisa capacitatea generatiilor viitoare de a-si satisface propriile necesitati, este imposibil de realizat fara cunoasterea naturii si a cantitatilor de poluanti si alte specii chimice din apa, aer, sol si sisteme biologice.
- ▶ Poluarea apei este una dintre cele mai mari provocari cu care se confrunta omenirea in ultimii ani. Controlul poluarii apei si solului a fost abordat in multe studii efectuate la nivel mondial pentru a gasi modalitati si mijloace de eradicare a acestei probleme majore.

- ▶ Apele in cadrul Comunitatii Europene se afla sub o presiune tot mai mare, avand in vedere cresterea continua a cererii de apa de buna calitate in cantitati suficiente pentru toate tipurile de utilizari. Se impune elaborarea de definitii comune pentru starea apei din punct de vedere al calitatii si, daca este relevant pentru protectia mediului, din punct de vedere al cantitatii. Obiectivele ecologice trebuie stabilite astfel incat sa se asigure obtinerea unei stari bune a apelor de suprafata si a apelor subterane in intreaga Comunitate Europeana si sa se evite deteriorarea starii apelor la nivel comunitar.
- ▶ Apele de suprafata si apele subterane sunt principalele surse de apa bruta utilizate pentru potabilizare. Calitatea buna a acestor surse este importanta pentru furnizarea unei ape potabile adecvate consumului uman. Deversarile efluentilor statilor de epurare, evacuarile de ape uzate netratate sau cu diferite nivele de impurificare din activitatile industriale si miniere, levigatele datorate utilizarii ingrasamintelor in agricultura, depunerile atmosferice, pot afecta semnificativ resursele de apa, atat de suprafata, cat si subterane.

- ▶ Termenul de poluare a apei se refera la patrunderea in apele naturale a unor cantitati de substante straine, care fac apele respective improprii folosirii.
- ▶ Principalele surse de poluare ale apelor sunt:
 1. **Surse de poluare naturala** - provoaca modificari importante ale caracteristicilor calitative ale apelor, influentand negativ folosirea lor. Sursele de poluare accidentala naturale sunt in general rare, ele datorandu-se in special unor fenomene cu caracter geologic.
 2. **Surse de poluare artificiala**
 - apele uzate: orasenesti, industriale, de la ferme de pasari si de animale, meteorice, radioactive, etc.
 - Depozite de deseuri sau reziduuri solide, asezate pe sol, sub cerul liber, in halde nerational amplasate si organizate: depozite de gunoaie orasenesti si de deseuri solide industriale, in special cenusa de la termocentralele care ard carbuni, diverse zguri metalice, steril din activitatile miniere, rumegus si deseuri lemnoase de la fabricile de cherestea, depozitele de namoluri provenite de la fabricile de zahar, de produse clorosodice sau de la alte industrii chimice, precum si cele de la statiile de epurare a apelor uzate.

Strategia de imbunatatire a calitatii apelor

- ▶ urmareste reducerea incarcarilor cu poluanti a apelor evacuate, asigurarea unei preepurari la agentii racordati la canalizarea oraseneasca, remedierea functionarii statiilor de epurare acolo unde exista si realizarea de noi statii de epurare.
- ▶ dintre toate tipurile de poluare, prezenta metalelor in apa si sedimente, din cauza desfasurarii activitatilor industriale pe perioade indelungate, se confrunta cu o prevalenta relativ ridicata si o dificultate grava de corectare.
- ▶ comparativ cu ceilalti contaminanti, metalele grele se detaseaza prin toxicitatea ridicata, avand un impact direct asupra ecosistemelor si prin capacitatea lor de a se acumula atat in sedimente, cat si in organismele acvatice. Metalele necesita o atentie speciala, deoarece, desi unele dintre ele - Mn, Cu, Zn, Fe - sunt micronutrienti biologici esentiali pentru dezvoltarea normala a multor specii, pot deveni toxici la concentratii prea mari prin prezentarea persistentei in mediu, mobilitatea, biodisponibilitatea, fiind deci riscuri ecologice.

Metalele grele

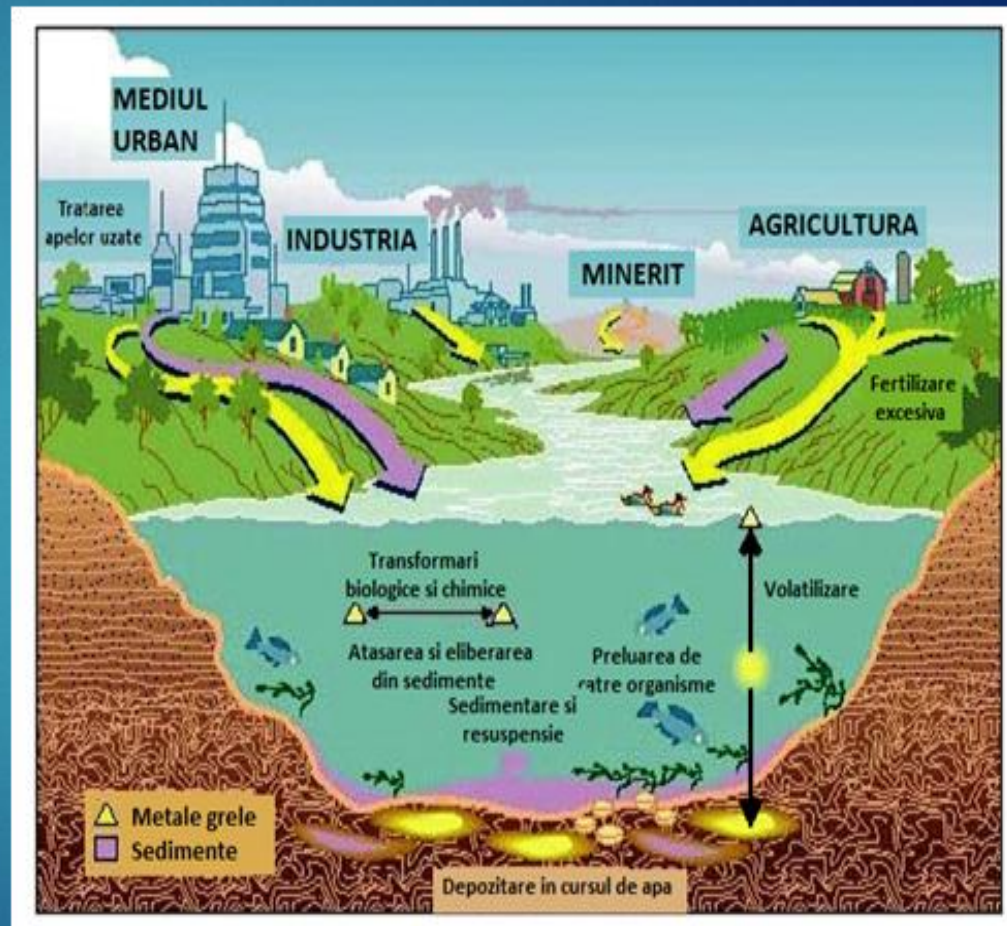
- ▶ “Metal greu” este un termen general colectiv care se aplica grupului de metale si metaloide cu o densitate atomica mai mare de 4000 kg/m^3 sau de 5 ori mai mare decat apa (Garbarino si colab., 1995). Desi unele dintre ele actioneaza ca micro-nutrienti esentiali pentru fiintele vii, la concentratii mai mari pot duce la intoxicatii severe . Cele mai toxice forme ale acestor metale in speciile lor ionice sunt cele aflate in starile de oxidare cele mai stabile, de ex. Cd^{2+} , Pb^{2+} , Hg^{2+} , Ag^+ si As^{3+} in care, reactioneaza cu bio-moleculele corpului pentru a forma compusi biotoxici extrem de stabili, greu de disociat.
- ▶ Un metal se poate caracteriza printr-un factor de imbogatire antropogena. Factorul acesta este procentul ce se asociaza doar surselor antropice calculate din totalul de emisii anuale ale unui metal. Astfel, acest factor are urmatoarele valori pentru : Pb - 97%, Cd - 89%, Zn - 72%, Hg - 66%, si Mg - 12%. Acest factor de imbogatire antropogena impreuna cu potentialul de toxicitate al metalelor indica prioritatea care trebuie acordata atunci cand se aleg metalele care ar trebui sa fie analizate.

- ▶ Desi metalele grele sunt elemente naturale care se gasesc pe toata suprafata scoartei terestre, cea mai mare contaminare a mediului provine din surse naturale, direct sau indirect, din activitati antropice precum industrializarea rapida, urbanizarea, generarea de energie, gestionarea necorespunzatoare a deseurilor si alte surse antropice locale si / sau regionale. Una dintre consecintele negative ale industrializarii si productiei industriale este generarea si emisia de deseuri toxice care sunt de natura poluanta.
- ▶ Solul si apa sunt destinatia finala a acestor metale grele datorita particularitatii lor. Comparativ cu poluarea aerului, poluarea apei si poluarea cu deseuri solide industriale, metalele grele din sol si apa sunt invizibile si ascunse. Poluarea cu metale grele din sol si apa poate duce la degradarea fertilitatii solului, la reducerea productiei de culturi si la scaderea calitatii, care afecteaza grav calitatea mediului si dezvoltarea economica durabila si ameninta securitatea alimentara a oamenilor.

Reglementarile privind imisiile de metale grele

- ▶ Protectia mediului fata de metalele grele beneficiaza de reglementari generale pentru fiecare factor de mediu afectat, precum si de reglementari specifice pentru activitati si/sau produse.
- ▶ In ceea ce priveste imisiile de poluanti metale grele in factorul de mediu apa, se aplica pe langa prevederile **Directivei 2000/60/CE** a Parlamentului European si a Consiliului din 23 octombrie 2000 de stabilire a unui cadru de politica comunitara in domeniul apei si ale **Directivei 2008/32/CE** ce stabileste valori limita pentru poluantii metalici in standardele de calitate a apei (limite care se refera la concentratiile dizolvate - faza dizolvata obtinuta prin filtrare prin 0,45 mm sau orice tratament echivalent), si prevederile Directivei 105 din 2008 privind standardele de calitate a mediului in domeniul apei si ale Directivei 2006/118/CE a Parlamentului European si a Consiliului din 12 decembrie 2006 privind protectia apelor subterane impotriva poluarii si a deteriorarii (transpunerea acestei directive s-ar impune in vederea implementarii corecte si stabilirea valorilor prag).

Activitatile naturale si antropogene contamineaza mediul inconjurator cu metale grele mult mai mult decat acesta poate face fata. O reprezentare schematica a acestui fenomen este redată in figura alaturata. Monitorizarea si evaluarea concentratiei de metale grele in soluri, ape subterane si in mediul atmosferic este imperativa pentru a identifica pericolele pentru sanatatea umana si pentru a preveni bioacumularea in lantul alimentar si degradarea suplimentara a ecosistemului.



Toxicologia metalelor grele

Cel puțin douăzeci de metale au fost clasificate ca fiind toxice, iar 50% dintre acestea sunt emise în mediu în cantități care prezintă riscuri pentru sănătatea umană. Toxicologia acestor metale grele este clasificată ca fiind scăzută, medie și ridicată. Cd, Pb, As, Hg au toxicitate ridicată, Cr, Co, Cu, Ni, Zn sunt medii, iar Al, Fe, Mn sunt de natură toxică scăzută. Mercurul, plumbul și cadmiul, „numiți cei trei mari” se află în lumina reflectoarelor, datorită impactului lor major asupra mediului.

- ▶ **Cuprul:** Cei mai mulți compuși ai cuprului se depozitează sau se leagă de sedimentele din apă sau de particulele din sol. Compușii solubili ai cuprului sunt cei mai periculoși pentru sănătatea umană. În general, compușii solubili provin din utilizările în agricultură.
- ▶ **Nichelul:** În mediul apos, forma sub care se găsește nichelul depinde de pH și în general predomină forma ionică (Ni^{2+}). Prezența nichelului în apă poate fi sub formă de săruri de nichel dizolvate, oxizi insolubili, nichel metalic etc. Nickelul este prezent sub formă de urme în majoritatea vegetalelor și în țesuturile animale. În cantități mai mari decât cele necesare, nichelul devine foarte toxic.

- ▶ **Zincul** este toxic pentru pesti in concentratii ce depasesc cantitatea minima de care au nevoie si este mai toxic la temperaturi mai inalte fata de temperaturile joase. Concentratii crescute de zinc in apa, sunt toxice pentru multe specii de alge, plante, crustacee si moluste.
- ▶ **Plumbul** este un metal natural albastru-cenusiu prezent in cantitati mici in scoarta terestra. Desi plumbul apare in mod natural in mediul inconjurator, activitatile antropice precum arderea, exploatarea si producerea combustibililor fosili contribuie la eliberarea de concentratii ridicate. Plumbul, in mediul acvatic, sufera putine transformari si se va gasi ca ion Pb sau ca si compusi de plumb insolubili.
- ▶ **Cadmiul** este un metal greu cu o preocupare considerabila pentru mediul inconjurator si sanatate. El este distribuit pe scara larga in scoarta terestra, la o concentratie medie de aproximativ 0.1 mg/kg. Cel mai inalt nivel de compusi cu cadmiu din mediu este acumulat in rocile sedimentare. Este prezent in sol indeosebi sub forma de carbonat de cadmiu (CdCO_3).

Tehnici analitice de determinare a metalelor grele:

SPECTROMETRIA DE ABSORBTIE ATOMICA

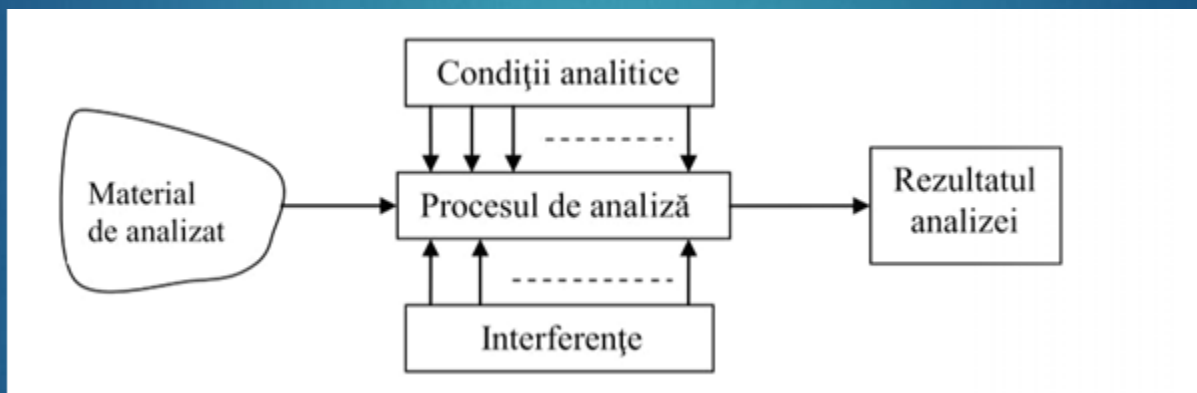
Pentru obtinerea volumului de informatii referitoare la gradul de poluare si consecintele acestuia asupra mediului inconjurator, se poate apela la numeroase procese fizice, fizico-chimice si chimice. Aceste procese sunt corelate cu o gama larga de proprietati atomice si moleculare si cu fenomene care permit detectia si/sau determinarea cantitativa a analitilor in conditii riguros controlate. Pe baza acestor procese fundamentale au fost instituite *tehnicele analitice*.

O metoda de analiza chimica reuneste un ansamblu de operatii a caror efectuare implica:

- o anumita tehnica;
- aparatura si instrumentatie adecvate;
- reactivi;
- substante auxiliare.

Analiza chimica reprezinta procedura de obtinere pe cale experimentală a informațiilor despre compoziția calitativă și cantitativă a unui material de analizat.

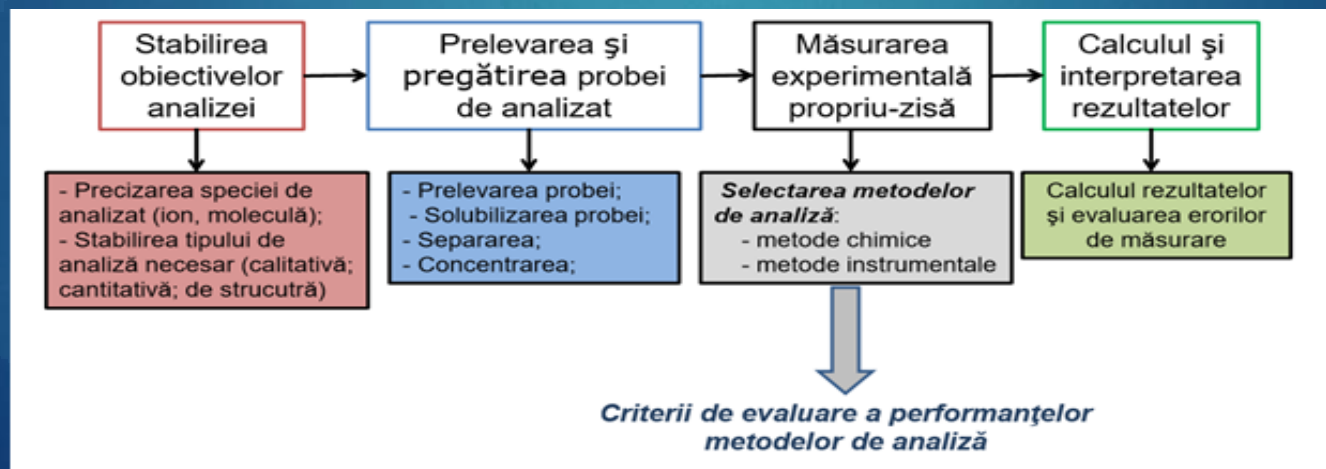
Un sistem analitic poate fi reprezentat sub forma unui lanț informațional, la intrarea căruia se afla materialul de analizat, iar la ieșire rezultatul analizei.



Asupra procesului de analiza isi exercita influenta o multitudine de conditii experimentale, cat si o serie de interferente, de care trebuie sa se tina seama. Procesul de analiza chimica poate fi descris prin urmatoarea inlantuire de patru etape (faze) distincte, care se succed in urmatoarea ordine:

- ▶ prelevarea si pregatirea probei;
- ▶ tratamentul fizico-chimic al probei;
- ▶ masurarea propriu-zisa;
- ▶ exprimarea si prelucrarea rezultatelor.

Etapele necesare pentru efectuarea unei analize chimice sunt redate in figura de mai jos:



- ▶ Analiza chimica prin AAS are drept scop determinarea concentratiei unui element dintr-o proba, prin masurarea absorbtiei radiatiei electromagnetice, de o anumita lungime de unda, la trecerea acesteia printr-un mediu ce contine sub forma de vapori uniform distribuiti, atomii liberi ai probei.
- ▶ Aducerea probei in stare de vapori atomici se realizeaza fie pe cale termica, cu ajutorul unei flacari (spectroscopia in flacara F-AAS), fie pe cale electrotermica, cu ajutorul unui cuptor de atomizare (spectroscopia cu cuptor de grafit GF-AAS), fie prin tehnica generarii de hidruri (spectroscopia cu hidruri HG-AAS).
- ▶ AAS se caracterizeaza prin rapiditate si simplitate in executie.
- ▶ Aceasta metoda a devenit rapid o tehnica extrem de folosita in foarte multe laboratoare de analiza, in primul rand pentru precizia si acuratetea masuratorilor si poate determina metalele grele la nivel de urme si ultra-urme (ppb-ppm).

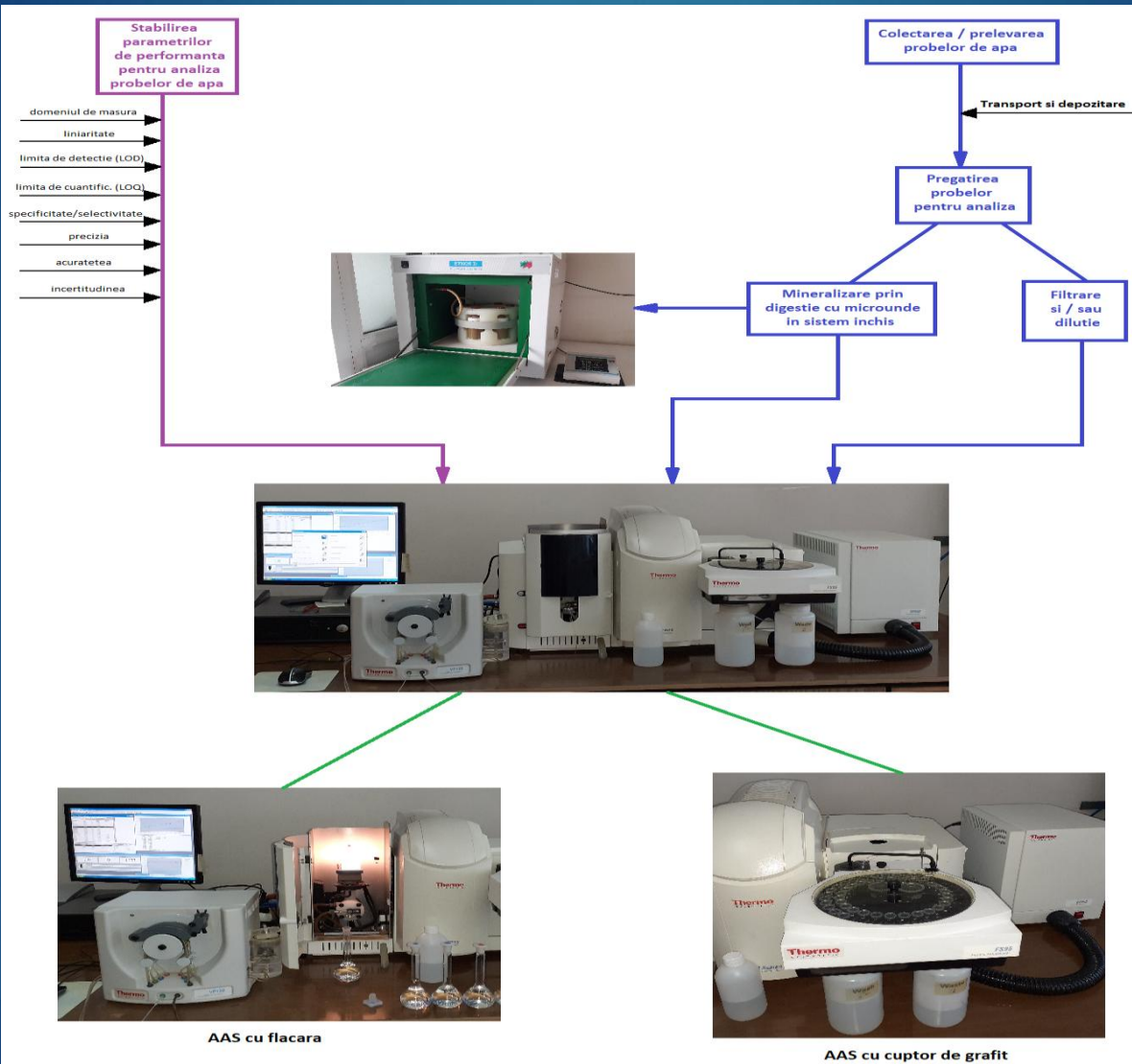
TESTE SI CERCETARI EXPERIMENTALE DE LABORATOR

- ▶ Este deosebit de important ca activitatile desfasurate inaintea celor pe teren sa fie documentate solid si intelese clar pentru a facilita cercetarea la fata locului. Criteriile pentru stabilirea la fata locului a punctelor de esantionare sunt deosebit de importante si nu trebuie neglijate.
- ▶ Orice aspect al detaliilor care poate fi considerat relevant trebuie inregistrat si notificat. Experienta si expertiza echipei cheie a proiectului sunt deosebit de importante in astfel de situatii, deoarece orice esantion prelevat de la fata locului (locul de prelevare) trebuie sa fie reprezentativ pentru scopul ales, desigur, legat de obiectivele de cercetare. Introducerea esantioanelor replicate in analiza poate conduce la interpretari statistice si la un grad ridicat de increderei in rezultatele obtinute.

- ▶ Initierea unei baze de date solide este in masura sa conduca la observatii obiective privind calitatea factorilor de mediu in zonele protejate, respectiv in cazul in care impactul activitatilor antropice este minim invaziv. In viitor, aceasta baza de date, pe masura ce vor fi adaugate informatii noi si noi, va fi utila pentru o intelegere aprofundata a aspectelor de mediu ale poluarii, a evolutiei poluarii in timp si a adaptabilitatii ecosistemelor la schimbarile climatice.
- ▶ Activitatile propuse vor constitui un camp experimental care va furniza date analitice solide care vor fi principalele rezultate obtinute
- ▶ Pentru o caracterizare experimentală cat mai detaliata si o mai buna intelegere a activitatilor de laborator propuse pentru investigarea calitatii apelor din punct de vedere al incarcarii cu metale grele, in continuare redată o prezentare schematica a activitatilor experimentale ce urmeaza a se desfasura in cadrul proiectului.

"INCDE ICEMENERG – trecut, prezent si viitor in domeniul energetic"

Bucuresti, 15 octombrie 2020



In practica, concordanta metodelor analitice aplicate intr-o incercare de rutina cu scopul dorit este evaluata uzual prin studii de validare a metodei. Asemenea studii produc date referitoare la performanta globala si la factorii de influenta, putand fi aplicate la evaluarea incertitudinii asociate rezultatelor metodei in conditii normale de utilizare.

Ghidul EURACHEM - *The Fitness for Purpose of Analytical Methods*, prezinta regulile generale, obligatoriu de urmat, pentru validarea unei metode. Conform EURACHEM, validarea este “confirmarea prin examinare si furnizare de dovezi obiective ca cerintele specificate sunt indeplinite”. Validarea metodei este procesul prin care laboratorul isi stabileste caracteristicile de performanta si limitele metodei si sunt identificati factorii care influenteaza aceste caracteristici, precum si gradul de influenta al acestora. Acesti parametri sunt stabiliti pentru a demonstra ca metoda implementata in laborator este „adekvata scopului propus”.

In alegerea parametrilor de performanta utilizati in validarea metodei ar trebui sa tinem cont de cel putin 3 criterii:

1. specificul metodei

- **determinare cantitativa (trebuie tinut cont daca analitul masurat este o componenta majora sau se gaseste sub forma de urme in materialul de analizat)**

- **determinare calitativa (trebuie verificata limita de cuantificare) ;**

2. cerintele clientului (primordial: oferirea unui rezultat credibil);

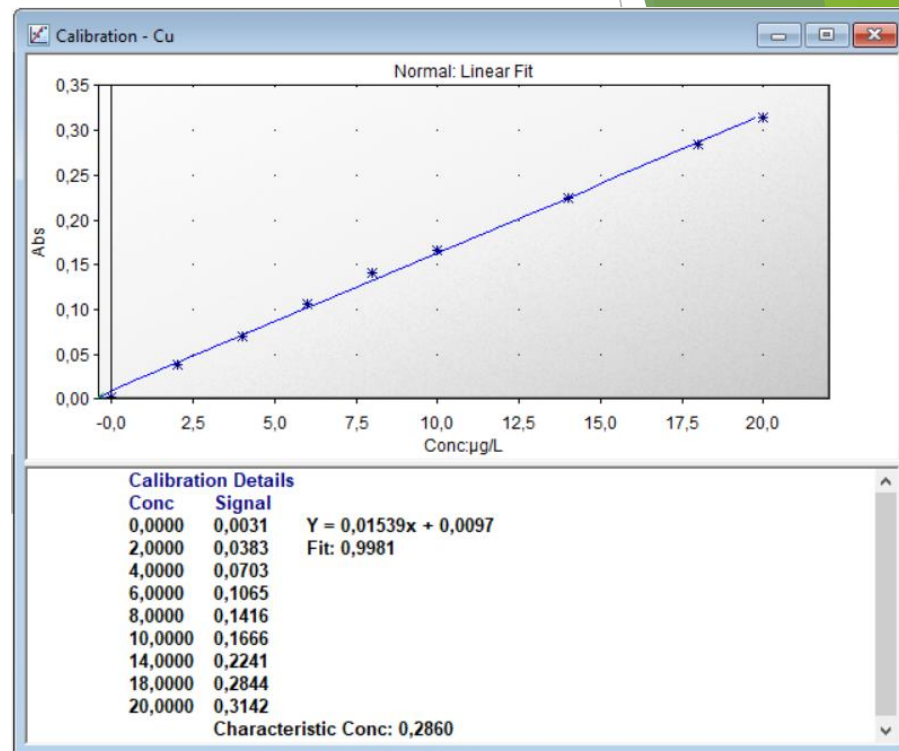
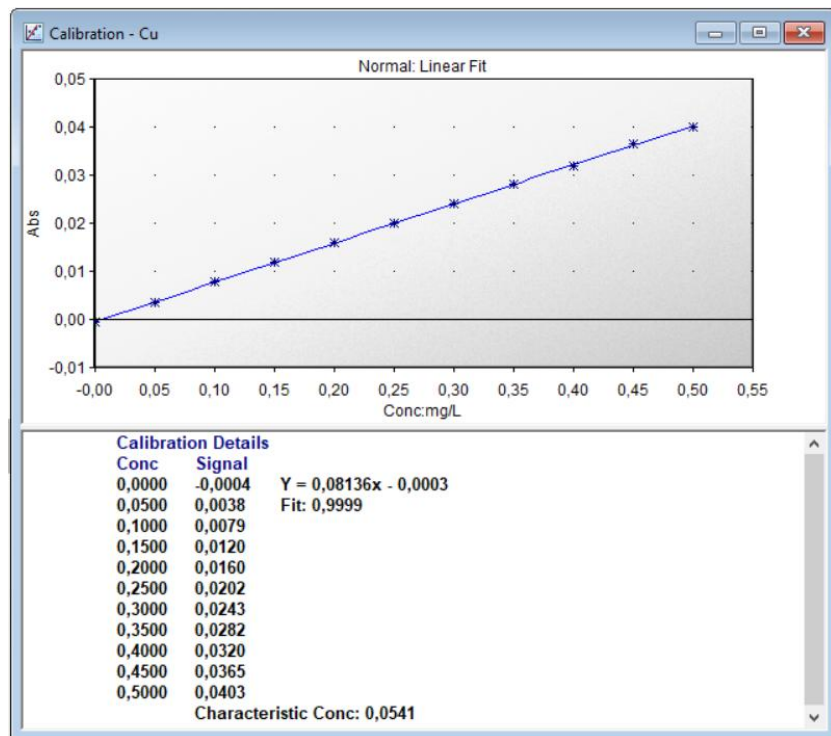
3. rezultatele eliberate sa fie in concordanta cu cele obtinute prin metode similare utilizate in acelasi laborator sau in alte laboratoare.

- ▶ Lucrarile experimentale de laborator desfasurate pana in prezent au fost orientate catre verificarea parametrilor de performanta si de adecvare la scop a metodei spectrofotometrice de absorbtie atomica pentru determinarea continutului de metale grele din probe de apa.
- ▶ Pentru determinarea continutului de metale grele din probe de apa se va folosi ca metoda analitica spectrofotometria de absorbtie atomica. Laboratorul Sectiei de Mediu si Ecotehnologii a INCDE-ICEMENERG are in dotare spectrofotometrul de absorbtie atomica SOLAAR M Series produs de firma Thermo Scientific, echipat pentru tehnica de absorbtie atomica in flacara, cu lampa de deuteriu pentru corectie de fond si un carusel cu 6 lampi cu autoalinieri, cu catod cavitat pentru elementele studiate, iar pentru tehnica de absorbtie cu atomizare electrotermica in cuptor de grafit, cu corectie de tip Zeeman.

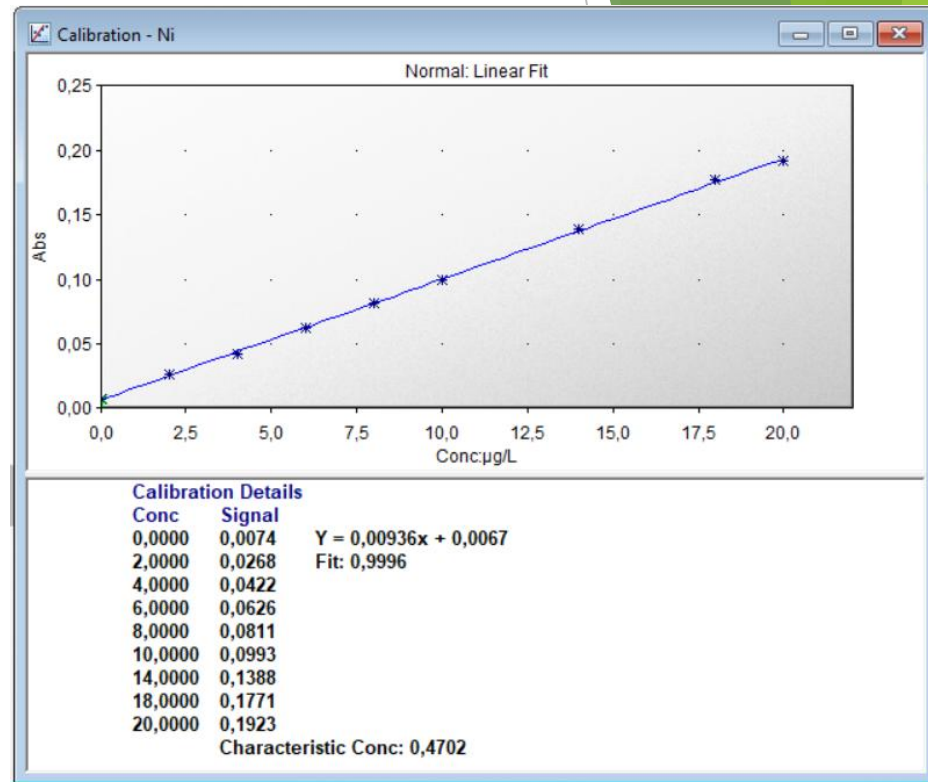
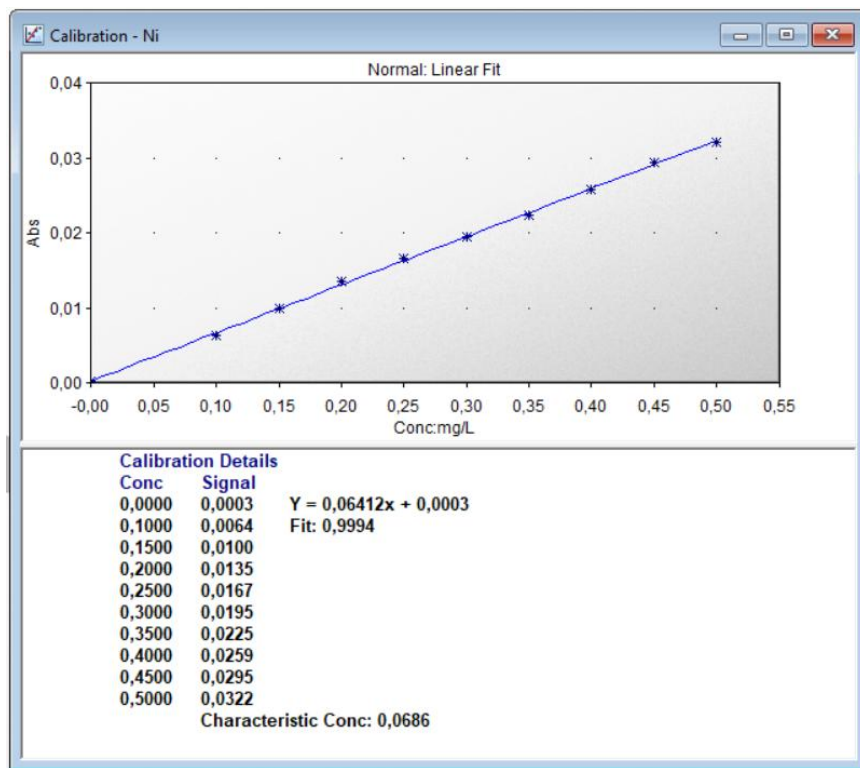
- ▶ Experimentarile de laborator au avut la baza analiza unui numar de 5 metale grele (Cu, Ni, Zn, Pb si Cd) folosind metodele de lucru descrise in SR ISO 8288:2001: “Calitatea apei. Determinarea continutului de cobalt, nichel, cupru, zinc, cadmiu si plumb. Metoda prin spectrometrie de absorbtie atomica in flacara” si SR EN ISO 15586:2004: “Calitatea apei. Determinarea elementelor in urme prin spectrometrie de absorbtie atomica cu cuptor de grafit”.
- ▶ Conform SR ISO 8466-1:1999, fiecare experimentare de etalonare incepe cu alegerea unui domeniu de lucru (domeniu de masurare) preliminar. Etalonarea aparatului se va face prin metoda curbei de etalonare. Aceasta metoda presupune parcurgerea a doua etape:
 - a) trasarea curbei de etalonare - curba de etalonare se va trasa cu ajutorul a cel putin cinci solutii ce contin componentul de analizat in concentratii exact cunoscute si crescatoare, numite solutii etalon;
 - b) determinarea concentratiei speciei de analizat prin interpolare liniara grafica.

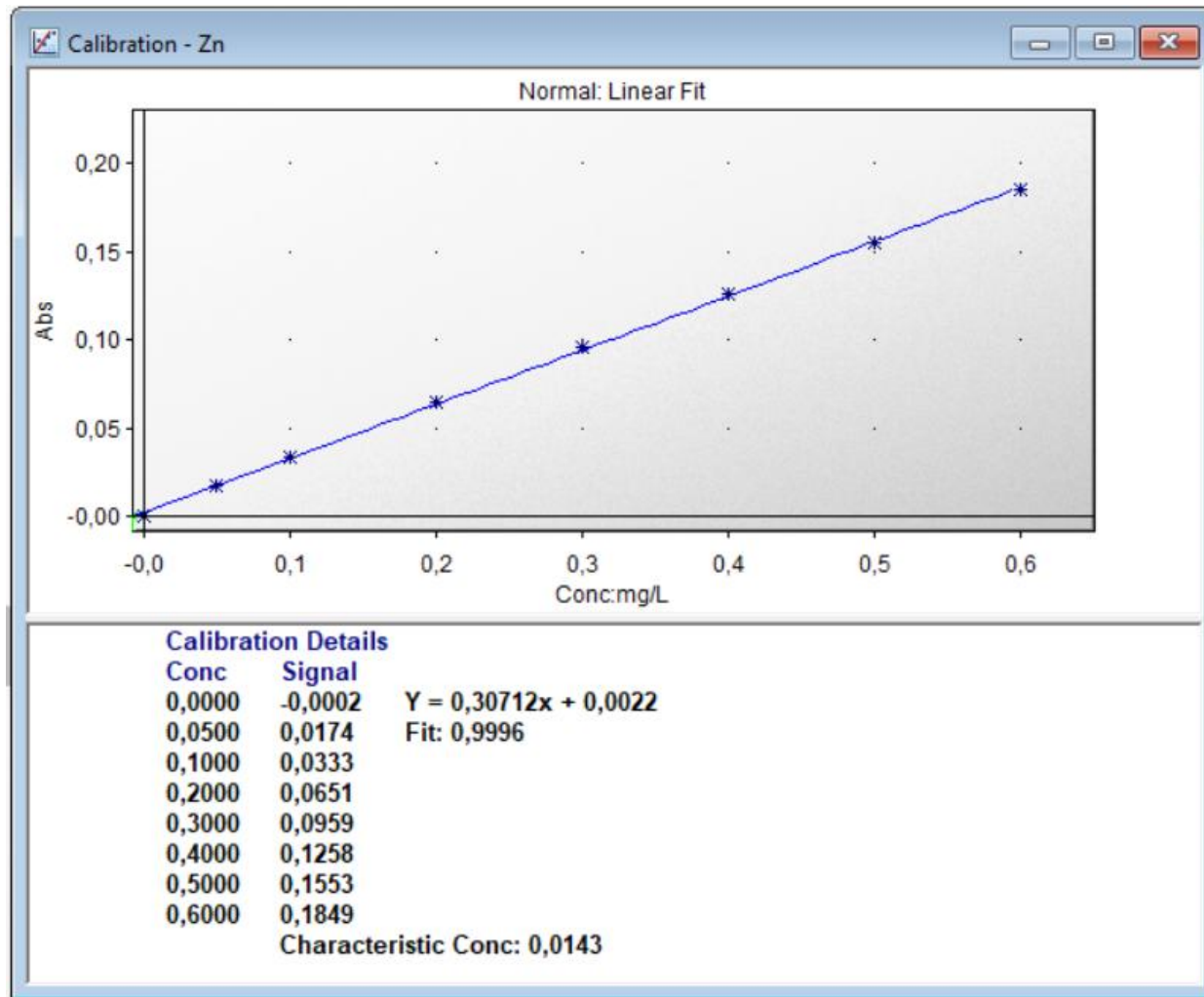
"INCDE ICEMENERG – trecut, prezent si viitor in domeniul energetic"

Bucuresti, 15 octombrie 2020



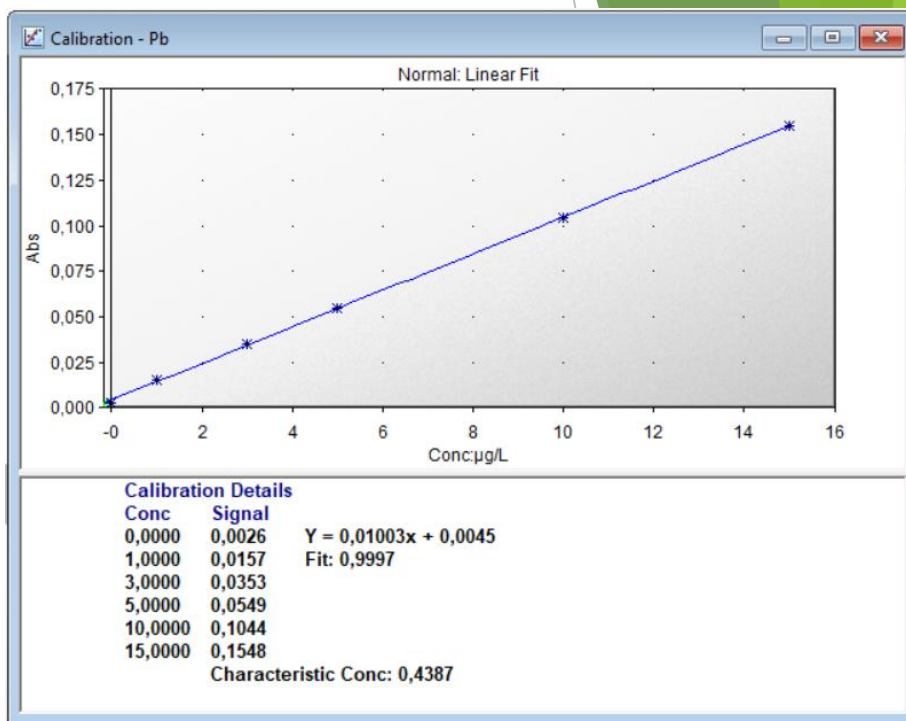
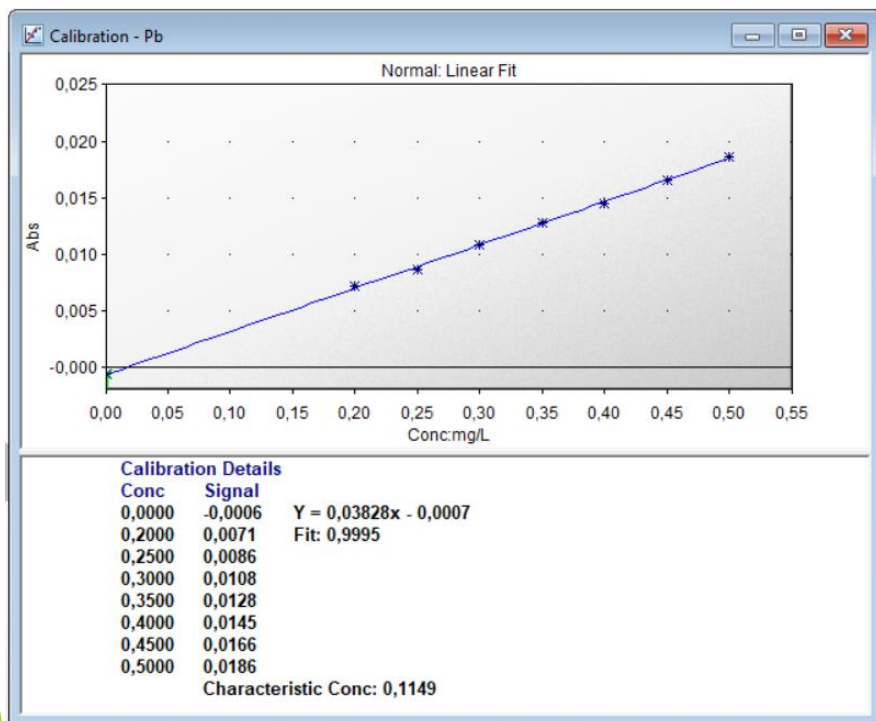
Bucuresti, 15 octombrie 2020





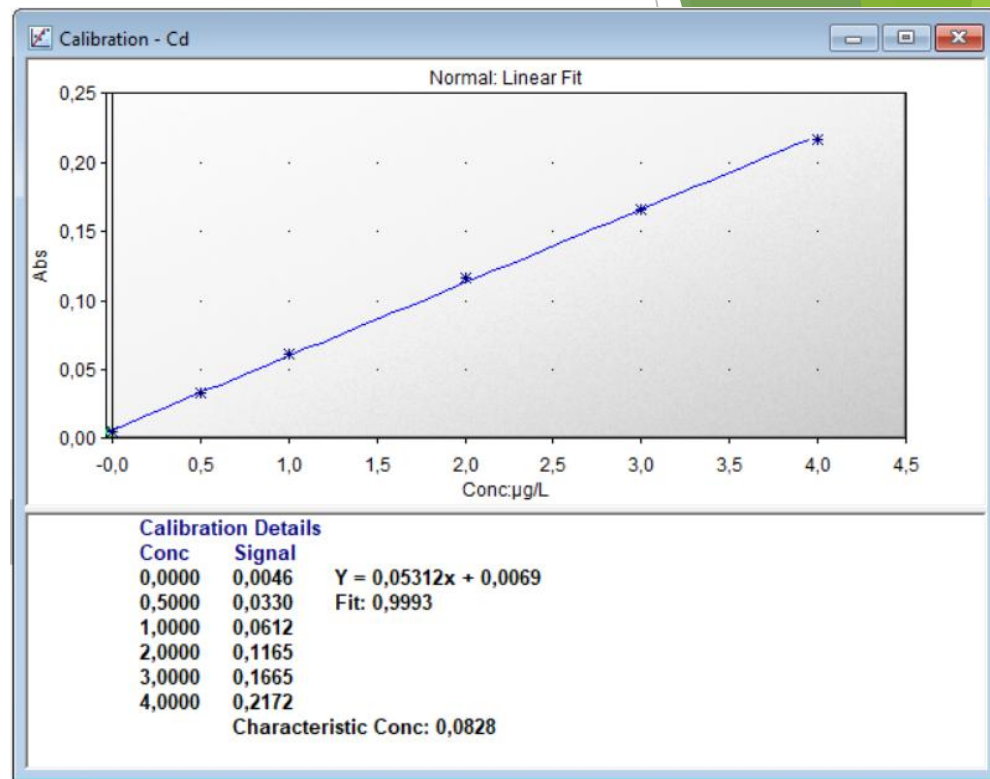
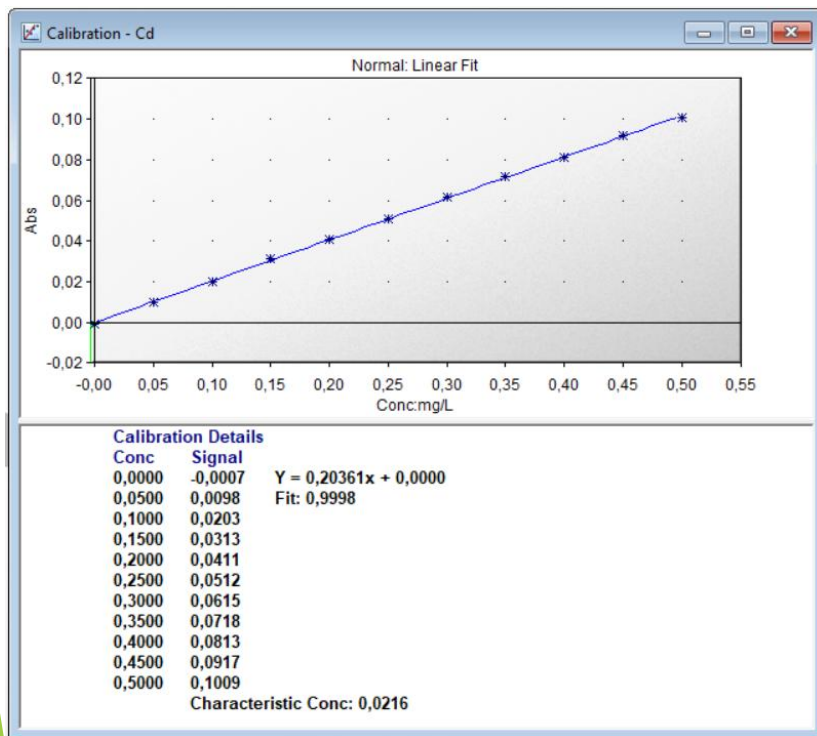
"INCDE ICEMENERG – trecut, prezent si viitor in domeniul energetic"

Bucuresti, 15 octombrie 2020



"INCDE ICEMENERG – trecut, prezent si viitor in domeniul energetic"

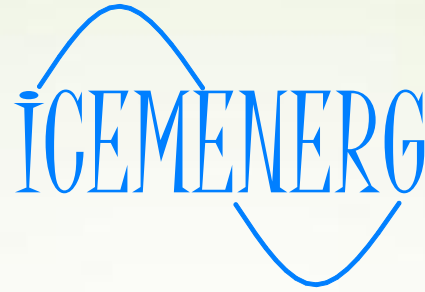
Bucuresti, 15 octombrie 2020



Concluzii:

- ▶ In urma experimentarilor de laborator s-a putut demonstra ca domeniile de lucru alese pentru determinarea metalelor grele Cu, Ni, Zn, Pb si Cd din probe de apa, atat prin metoda spectrofotometrica de absorbtie atomica in flacara, cat si prin spectrometrie de absorbtie atomica utilizand cuptorul de grafit, sunt corespunzatoare scopului propus.
- ▶ Obiectivul principal este acela de a efectua studii in vederea gasirii conditiilor optime si a stabilirii metodologiilor adecvate a fi folosite pentru determinarile analitice ulterioare utilizate la analiza incarcarii cu ioni metalici a unor probe reale de apa, avand ca rezultat final evaluarea gradului de poluare cu metale grele a apelor uzate rezultate din sistemul energetic si evacuate in ecosistem.

**Va multumesc
pentru atentie !**



*INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE - DEZVOLTARE
PENTRU ENERGIE - ICEMENERG BUCUREȘTI*

Masă rotundă 15 octombrie 2020
*“INCDE ICEMENERG trecut, prezent
si viitor in domeniul energetic”*

Bucuresti 2020

Studii, cercetari si probe tehnologice pentru arderea unui combustibil solid cu un continut redus de sulf si cenusa si un continut ridicat de umiditate la un cazan energetic



Autori: ing. Cristian MÂNDREAN, ing. Dan NISTORESCU, dr. ing. Adrian Andrei ADAM, ing. Iulian MIHĂLCIOIU

INTRODUCERE

Intrucat legislatia de mediu actuala reduce drastic nivelul emisiilor de SO_2 evacuate in atmosfera, iar realizarea unei instalatii de desulfurare a gazelor de ardere presupune serioase eforturi investitionale, conducerea SE Deva si-a propus ca impreuna cu colectivele de specialisti din cadrul INCDE ICEMENERG si Universitatea POLITEHNICA Bucuresti - Centrul de Cercetari Termice sa analizeze posibilitatile de inlocuire a combustibilului solid utilizat in prezent cu un carbune din import (Indonezia), de tip subbituminos, cu continut scazut de sulf si cenusa si continut ridicat de umiditate.

CONTINUTUL LUCRARI

Prima etapa a lucrarii a avut ca obiective principale:

1. *Teste de laborator pentru determinarea analizei elementare a carbunelui si cenusii si zgurii rezultate;*

S-au efectuat analize fizico-chimice specifice pentru stabilirea analizei elementare si tehnice a carbunelui, precum si pentru produsele de ardere (zgura si cenusa);

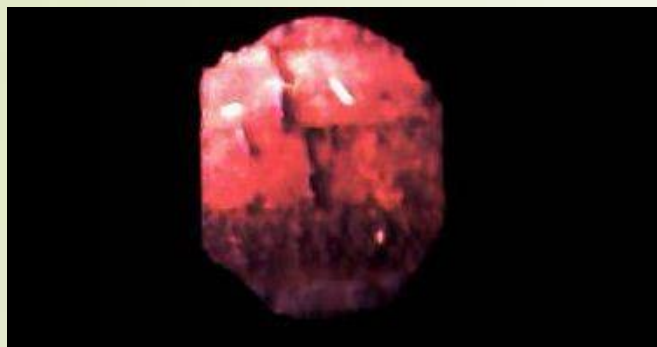


Vederea frontului cazanului pilot din cadrul UPB



Laborator analize combustibil

2. Analiza arderii combustibilului intr-o instalatie de cazan experimentală, in diverse regimuri de functionare;



Arderea carbunelui – flacara incepe sa fie din ce in ce mai vizibila si mai bine conturata

Pentru stabilirea functionarii in siguranta a cazanului si cu respectarea nivelului de emisii impus de legislatia in vigoare, s-au efectuat teste de ardere pe un cazan pilot aflat in dotarea UPB - Centrul de Cercetari Termice; cazanul este echipat cu arzator turbionar de carbune, o moara cu ciocane si cu doua separatoare, reproducand la scara redusa conditiile de functionare din CTE Mintia;

3. Propunerea de solutii tehnice si recomandari pentru utilizarea acestui tip de carbune la cazanele din cadrul centralei Mintia;

Deoarece rezultatele obtinute in cadrul probelor experimentale pe cazanul pilot au fost incurajatoare din punct de vedere al utilizarii industriale a acestui combustibil, in urma analizei comune ICEMENERG - UPB s-a trecut la etapa urmatoare si anume, continuarea testelor pe cazanul propriu-zis din cadrul CTE Mintia.

Testele au fost realizate pe unul din corpurile cazanului Pp-55 de la grupul nr.2 si anume C2B.

Concluzii si recomandari in urma testelor efectuate

Concluzia principala a acestor teste este ca experimentul a fost unul reusit tinand cont ca utilizarea acestui tip de combustibil benefic pe anumite aspecte importante a fost realizata prima data pe o instalatie reala

Carbunele utilizat in timpul masuratorilor a avut puterea calorifica de 3638 kcal/kg, apropiata de cea a carbunelui utilizat in mod obisnuit de centrala.

In ceea ce priveste principalii parametri din circuitul apa-abur, acestia s-au incadrat in limite de valori normale asigurand o functionare stabila pe tot parcursul efectuarii masuratorilor.

Din punct de vedere al arderii s-a constatat ca flacara este clara si curata.

Debitul de zgura a fost ca si inexistent, apa de evacuare fiind destul de curata. Acest lucru a condus la inexistenta nearselor mecanice in zgura.



Centralizator masurare debite fluide cazan – turbina



Analiza gaze arse dupa PAR

Analiza gazelor de ardere prezinta urmatoarele valori medii ale emisiilor:

- $\text{SO}_2 = 136\text{-}219 \text{ mg / Nmc}$ – valoare limita 200 mg / Nmc
- Pulberi (praf) = $29,53\text{-}45,13 \text{ mg / Nmc}$ – valoare limita 20 mg / Nmc
- $\text{CO} = 0$

Emisia de SO_2 - Fata de utilizarea carbunelui de valea Jiului care are o concentratie de sulf de 1,8%, utilizarea carbunelui subbituminos (0,07-0,08% sulf) a redus emisia de SO_2 de cca. 20-25 ori. Pentru incadrarea in limita de emisie 200 mg / Nmc , pentru o sarcina de cca. 80% din debitul nominal trebuie sa se utilizeze un carbune subbituminos cu o concentratie de sulf de 0,07-0,08%. Conform calculului teoretic valoarea corectata rezultata este:

- $\text{Cso}_2 = 173,9 \text{ mg / Nmc}$ la un carbune cu $\text{Sc}' = 0,07\%$
- $\text{Cso}_2 = 198,5 \text{ mg / Nmc}$ la un carbune cu $\text{Sc}' = 0,08\%$

Emisia de pulberi – Pentru carbunele utilizat la masuratori ce are o concentratie de cenusa de 3,96%, debitul de cenusa rezultat a fost de 1,56 t/h. Se estimeaza ca la aceasta valoare concentratia de pulberi nu ar trebui sa depaseasca 10 mg / Nmc . La o functionare de cateva ore a cazanului 2B cu acest tip de combustibil, gazele de ardere au preluat si resturile existente de la functionarea cu combustibilul anterior cu cenusa mult mai mare iar canalele de gaze nu au avut timp sa se curete.

Emisia de NO_x - Valorile emisiei de NO_x au variat in intervalul $509\text{-}582 \text{ mg / Nmc}$. Pentru incadrarea acestor valori ridicate in normele actuale de mediu, se pot adopta ulterior solutii alternative cum ar fi SNCR (selective non-catalitic reduction) si OFA (Over fire air).

Valorile de randament obtinute se situeaza in intervalul 91,77-91,99%



Masurare debit injectie abur intermediar
si apa alimentare intrare cazan

Concluzii

Concluzia principală a acestui experiment este faptul că a demonstrat o funcționare stabilă și corespunzătoare a cazanului la diferite încărcări și modificări ale schemei de funcționare.

Vă mulțumesc!

STUDIU DE CAZ PRIVIND UTILIZAREA TRATAMENTULUI CU FINEAMIN IN CIRCUITUL APEI DE ALIMENTARE LA GENERATOARELE DE ABUR .

Autor : Constantin BARBU- CS II

GENERALITATI

- *În prezent, tratamentul cu poliamamine FINEAMIN este utilizat din ce în ce mai mult în întreaga lume în circuitele de apă-abur-condens din instalațiile electrice și industriale folosind combustibili convenționali. FINEAMIN este un tratament continuu cu amine volatile și poliamine care formează film.*
- *Produsul are rolul de a dispersa depozitele existente și de a proteja metalul de acțiunea oxigenului și dioxidului de carbon printr-o peliculă de poliamine.*
- *Studiul își propune să analizeze efectele utilizării poliaminelor la tratarea apei de alimentare la generatoarele de abur la producerea energiei.*

PREOCUPARI PE PLAN MONDIAL

Pe plan mondial s-au efectuat studii experimentale pentru inlocuirea hidrazinei cu alti compusi chimici pentru functionarea sigura si economica a cazanelor de abur si a se asigura protectia sanatatii personalului operativ si reducerea impactului asupra mediului

Dintre substantele chimice utilizate la experimentari se mentioneaza: sulfatul de hidrazina, sulfit de hidrazina, fosfatul de hidrazina, ciclohexilamina, morfolima, octadecilamina, diaminouree, hidrochinona, dietilhidroxilamina (DEHA), acid nitrilacetic (NTA), poliamine si poliacrilati, etc. iar în multe instalatii energetice s-a trecut la folosirea Fineamin-tabelul 1

Tabelul nr.1 Obiective industriale pe plan mondial in care se utilizeaza produse multicomponent, ca agenti de conditionare in circuitului chimic al apei.

Obiectiv industrial	Activitatea principala	Tara
PCK Raffinerie GmbH, Schwedt.	RAFINARIE	Germania
Esfahan Refinery	RAFINARIE	Iran
Abadan Refinery.	RAFINARIE	Iran
Tehran Refinery.	RAFINARIE	Iran
Unitherm Baruth GmbH, Baruth/Mark.	TERMOCENTRALA	Germania
Vértesi Erőmű Rt., Oroszlány .	TERMOCENTRALA	Ungaria
Stadtwerke Neubrandenburg.	TERMOCENTRALA, TELECOMUNICATII	Germania
EGGER Holzwerkstoffe, Wismar.	FABRICA PRODUSE LEMNOASE	Germania
Al Taweelah Power Company, Abu Dhabi.	CENTRALA DESALINIZARE SI PRODUCTIE ENERGIE	Emiratele Arabe Unite

IMPACTUL ASUPRA MEDIULUI

În anul 2012 a fost publicată Directiva 2012/18/UE a Parlamentului European și a Consiliului din 4 iulie 2012- SEVESO III privind controlul pericolelor de accidente majore care implică substanțe periculoase, de modificare și ulterior de abrogare a Directivei 96/82/CE a Consiliului, publicată în Jurnalul Oficial al Uniunii Europene, seria L, nr. 197 din 24 iulie 2012. Prevederile Directivei SEVESO III, au fost transpuse în România prin Legea nr.59/2016

Scopul Directivei SEVESO III este dublu. În primul rând are drept scop prevenirea riscurilor de accidente majore care implică substanțe periculoase. În al doilea rând, deoarece accidentele continua să se producă, Directiva are ca scop limitarea consecințelor unor astfel de accidente nu numai pentru om (aspectele de securitate și sănătate), dar și pentru mediu (aspectul de mediu). Ambele obiective trebuie urmăriți în vederea asigurării unor niveluri înalte de protecție pe întreg teritoriul, într-o manieră consecventă și eficientă.

RISCURI PENTRU SANATATEA OCUPATIONALA

Obligativitatea evaluarii riscurilor la locurile de munca decurge din legislatia actuala in domeniu, care a fost armonizata cu legislatia Uniunii Europene privind sanatatea si securitatea in munca in vederea stabilirii masurilor de prevenire si protectie.

Factorii de risc pentru personalul angajat in centralele termoelectrice reprezinta concentratiile de noxe chimice la locurile de munca in care se manipuleaza reactivi chimici pentru tratarea apei cu grad ridicat de periculozitate si posibili cancerigeni/mutageni in conformitate cu normativele europene specifice transpuse in legislatia nationala.

Atat personalul operativ cat si biodiversitatea locala sunt sensibili la agenti chimici toxici avand un nivel de imunitate scazut.

LEGISLATIE SPECIFICA

APLICABILA

- HG nr.1218/2006 privind stabilirea cerintelor minime de securitate si sanatate in munca pentru asigurarea protectiei lucratorilor impotriva riscurilor legate de prezenta agentilor chimici in zona de munca, completata de HG nr. 359/2015 care transpune Directiva 2014/27/UE, acte legislative aplicabile pentru Romania, in vederea armonizarii legislatiei muncii la nivel european.
- Ordinul 508/933:2002- privind aprobarea Normelor generale de protectie a muncii
- Legea nr. 319 / 2006 a securității și sănătății în muncă
- Hotărârea 1425 / 2006 pentru aprobarea Normelor metodologice de aplicare a prevederilor Legii securității și sănătății în muncă nr. 319/2006
- HG 601/2007- pentru modificarea si completarea unor acte normative din domeniul securitatii si sanatatii in munca

STUDIU DE CAZ

Scopul prezentei lucrari il constituie stabilirea oportunitatii inlocuirii hidrazinei cu alt agent de conditionare a apei de alimentare a cazanelor de abur de 1035 t/h, din cadrul S.E. TURCENI, cu un produs pe baza de poliamine, (FINIAMIN 90) ca urmare a efectuarii unei aplicatii industriale cu caracter experimental de durata in exploatare la blocul energetic nr. 5, de 330 MWe, comparativ cu blocul energetic nr.3 de aceasi putere electrica dar care utilizeaza de la PIF agentul de conditionare hidrazina si a evaluarii tehnico-economice a rezultatelor obtinute dupa experimentare

Echipamentele blocurilor energetice în funcțiune:

- un cazan de abur de 1035 t/h, 192/48,5 bar, 540/540°C;
- turbină de abur de 330 MW, 180,4 bar, 535/535°C;
- un generator electric de 330 MW / 388 MVA, 24 kV, 50 Hz;
- un transformator electric de 400 MVA, 24/400 kV

INVESTIGATII ASUPRA CIRCUITULUI CHIMIC AL APEI

In tabelul nr. 2 se prezinta « Indicii de calitate pentru apa de alimentare, apa de cazan si condensatul de baza, pentru cazan cu circulatie fortata unica(strabatere) si o presiune nominala > 20 kgf/cm², conform PE 218 -2010 »

Indicii fizico-chimici limita	Unitatea de masura	Apa de alimentare	Apa de cazan	Abur energetic/ Condensat
Aspect		limpede	-	-
Duritate totala max.	mv al/l	n.d.	-	-
pH, la 25 °C	-	8,8-9,2	-	8,8-9,2
Oxygen dizolvat max.	mg/l	0,02	-	-
Exces hidrazina intre limitele	mg/l	0,05-0,1	-	-
Alcalinitate totala „m”, max.	mv al/l	-	-	-
Conductivitate electrica corectata, la 25°C max.	μS/cm	0,3	-	0,3
Silice, max.	mg/l	0,02	-	0,02
Oxidabilitate CCO – Mn ,max.	mg / KMnO ₄ /l	≤ 3,0		≤ 3,0
Fier, max.	mg/l	0,02	-	0,02
Cupru, max.	mg/l	0,003	-	0,003
Alcalinitate “p” intre limitele		-	-	
Conductivitate la 25°C, max.	μS/cm	-	-	-
Na + K max.	mg/l	0.01	-	0,01
Exces de fosfat intre limitele	mg/l	-	-	

Urmatoarele tabele, prezinta indicii de calitate monitorizati in punctele de control din circuitul chimic . (Valori medii lunare)

Tabelul nr. 3. Indici de calitate monitorizati in punctele de control din circuitul chimic al apei-abur-condensat. Valori medii lunare

Luna	Apa de alimentare Bloc nr.3				Apa de alimentare Bloc nr.5			
	pH	SiO2	Hidrazina	Fe	pH	SiO2	Fineamin	Fe
	Unit pH	µg/l	µg/l	µg/l	Unit pH	µg/l	µg/l	µg/l
Ianuarie	8,75	22,66	70,29	11,00	8,73	19,29	0,29	9,50
Februarie					8,74	19,39	0,31	9,85
Martie	8,74	22	70		8,73	21,33	0,30	12,00
Aprilie	8,74	26,88	62,22	25	8,73	19,72	0,28	9,50
Mai	8,57	19,86	69,80	9,75	8,50	18,94	0,29	10,00
Iunie	8,66	20,33	69,11	9,00	8,61	19,37	0,31	9,66
Iulie	8,73	20,00	67,5		8,77	42,52	0,31	9,33
August	7,99	60,10	67,30	120,00	8,73	20,29	0,32	10,00
Septembrie	8,80	28,50	68,66	10,50	8,73	19,03	0,29	9,20

Tabelul nr. 4. Indici de calitate monitorizati in punctele de control din circuitul chimic al apei-abur-condensat . Valori medii lunare

Data	Abur. supra. Bloc nr.3			Abur intermediar Bloc nr.5		Iesire STC Bloc nr.3			Iesire STC Bloc nr.5		
	Conduc tivitate	SiO2	Fe	SiO2	Fe	Conduc tivitate	SiO2	Fe	Conduc tivitate	SiO2	Fe
	µS/ cm	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µS/cm	µg/l	µg/l	µS/cm	µg/l	µg/l
Ianuarie	8,18	21,45	10,75	17,87	9,00	0,17	15,12	7,50	0,17	13,00	6,00
Februarie	8,20	30,75	17,00	18,10	9,00	0,17	17,00	7,00	0,17	14,64	6,14
Martie	8,19	18,51	9,00	19,08	8,50	0,16	13,51	7,00	0,17	13,25	7,00
Aprilie	8,22	25,55	14,5	18,36	8,50	0,17	15,66	6,00	0,17	14,86	6,00
Mai	8,47	19,66	9,00	17,84	9,00	0,17	13,26	6,25	0,16	12,89	7,00
Iunie	8,20	19,4	8,50	17,92	9,00	0,17	15,95	6,50	0,17	16,55	6,00
Iulie	8,20	20,6		17,52	8,00	0,16	12,60		0,16	13,47	10,50
August	77,10	134,0 0		25,25		0,17	17,11	9,00	0,18	17,23	6,00
Septembrie	8,26	27,30	10,0			0,19	19,5	6,00	0,17	15,79	6,00

**Tabelul 5 Indici de calitate monitorizati in punctele de control din circuitul chimic al
apei-abur condensat. Valori medii lunare**

Luna	Condensator Bloc nr.3			Condensator Bloc nr.5			Apa demineralizata Bloc nr.3 +5		
	pH	SiO ₂	Fe	pH	SiO ₂	Fe	pH	Conduc tivitate	SiO ₂
	Unit pH	µg/l	µg/l	Unit pH	µg/l	µg/l	Unit pH	µS/cm	µg/l
Ianuarie	8,73	20,50	11,33	8,83	18,81	10,50	5,50	0,27	13,41
Februarie	8,73	25,50	15	8,72	19,07	11,00	5,50	0,21	13,28
Martie	8,72	19,22	11,40	8,72	23,00	16,00	5,50	0,20	12,63
Aprilie	8,72	23,00	11,00	8,71	19,40	10,50	5,50	0,26	12,83
Mai	8,58	19,33	11,00	8,50	18,63	11,00	5,50	0,35	14,26
Iunie	8,63	19,90	10,5	8,60	18,92	10,66	5,50	0,36	15,66
Iulie	8,72	20,6	0	8,73	31,95	10,00	5,50	0,40	15,55
August	8,76	40,6	168	8,71	20,12	11,00	5,50	0,43	15,74
Septembrie	8,79	27,75	0	8,71	18,86	10,75	5,50	0,38	15,96

In figurile de la 1-10 se prezinta variatia concentratiilor indicilor de calitate in punctele de control la blocurile energetice nr.3 si nr.5 din SE TURCENI

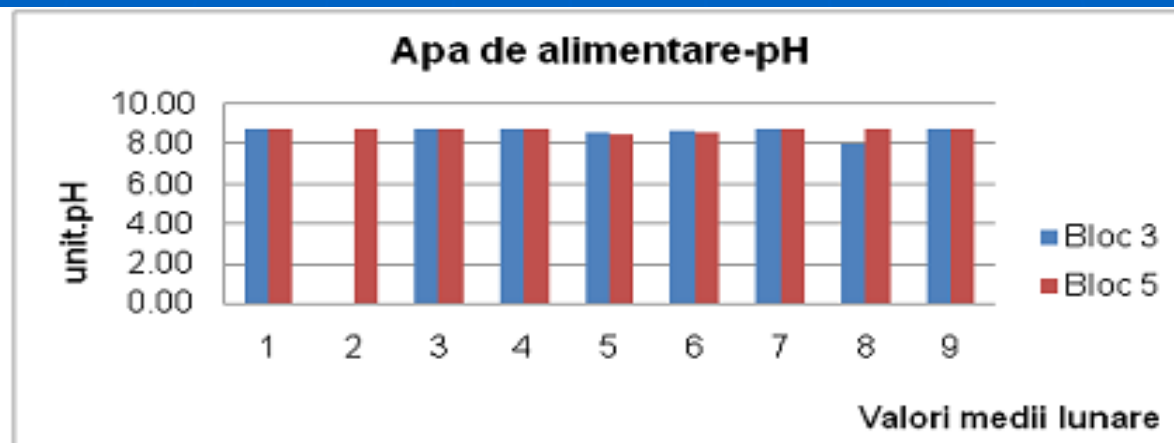


Fig. 1- Variatia pH

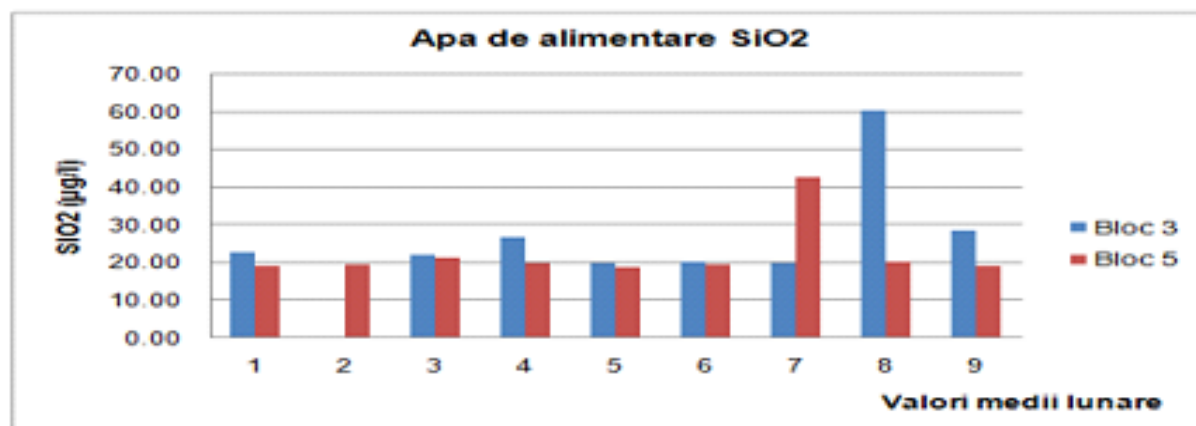


Fig. 2- Variatia SiO₂

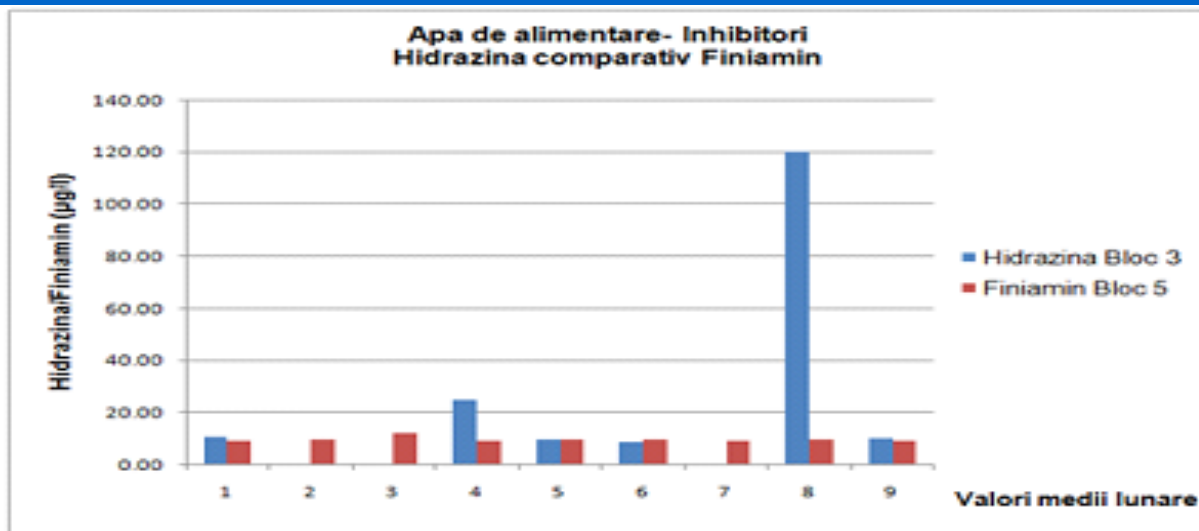


Fig. 3- Variatia Excesului de Hidrazinei comparativ cu excesul de Fineamin

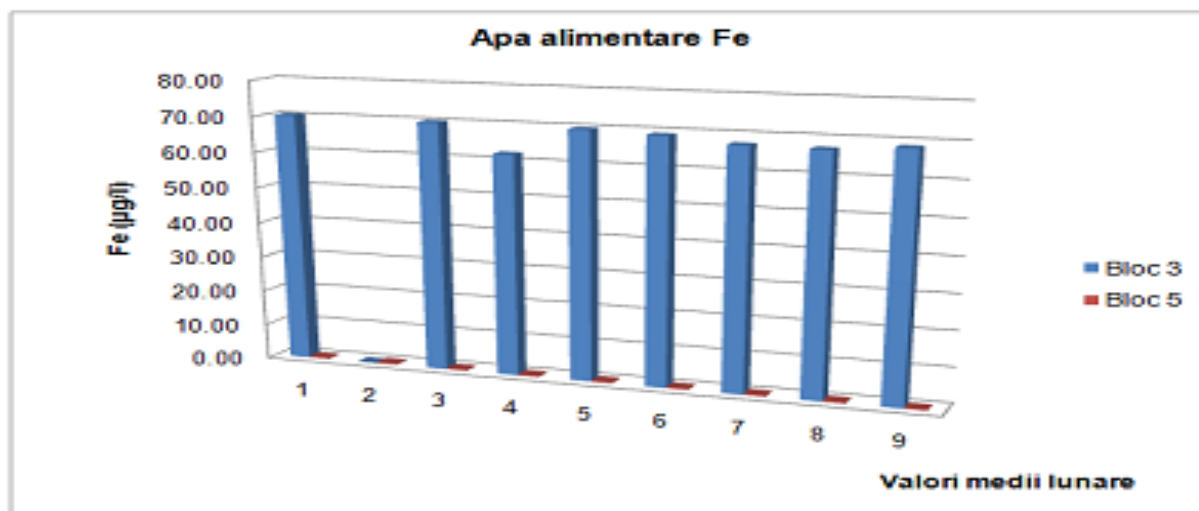


Fig. 4- Variatia Fe

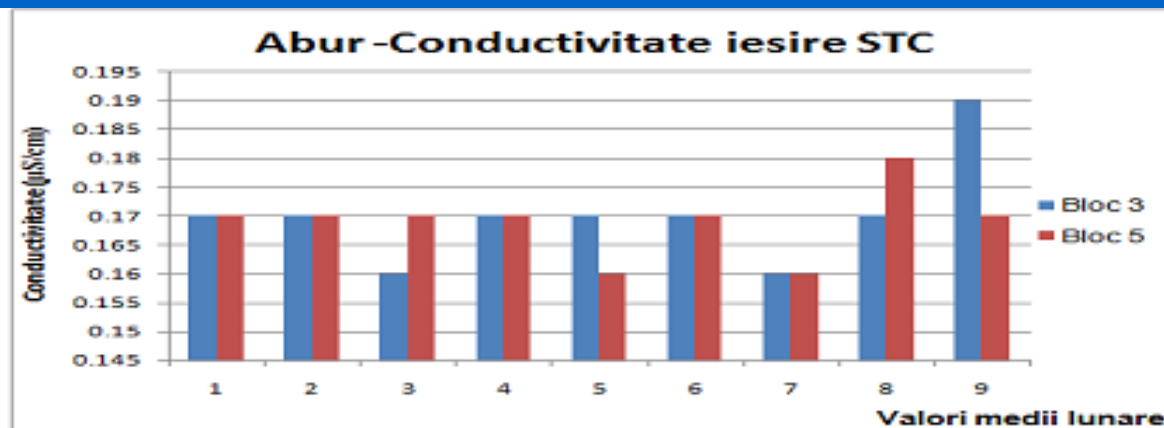


Fig. 5- Variatia Conductivitatii- Iesire STC-Bloc 3 si Bloc 5

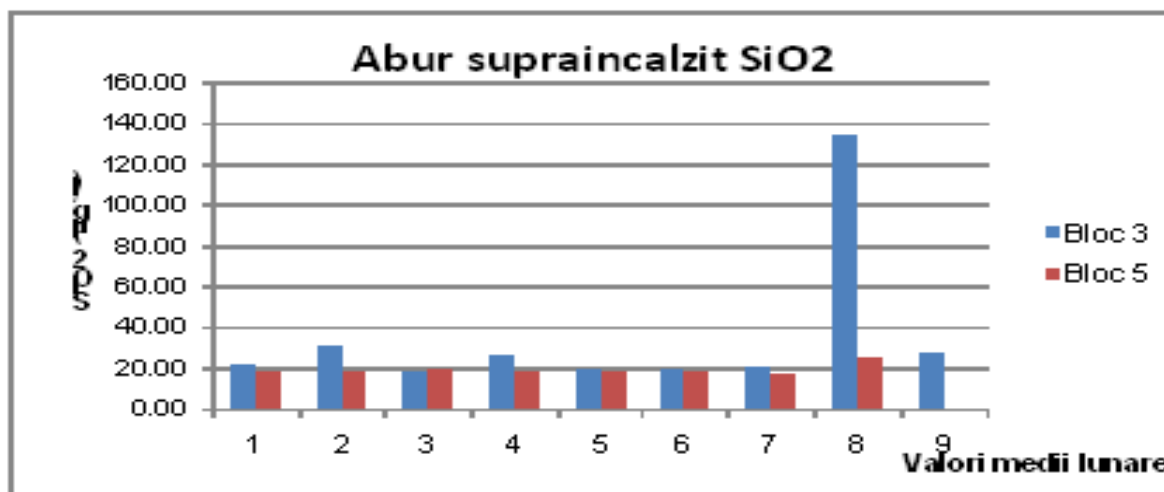


Fig. 6- Variatia SiO₂- Iesire STC-Bloc 3 si Bloc 5

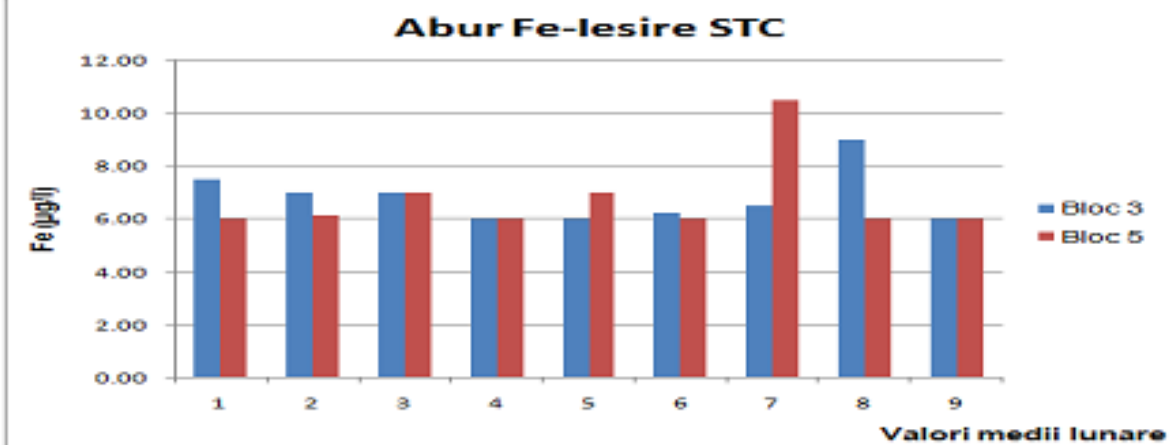


Fig. 7 - Variatia Fe- iesire STC-Bloc 3 si Bloc 5

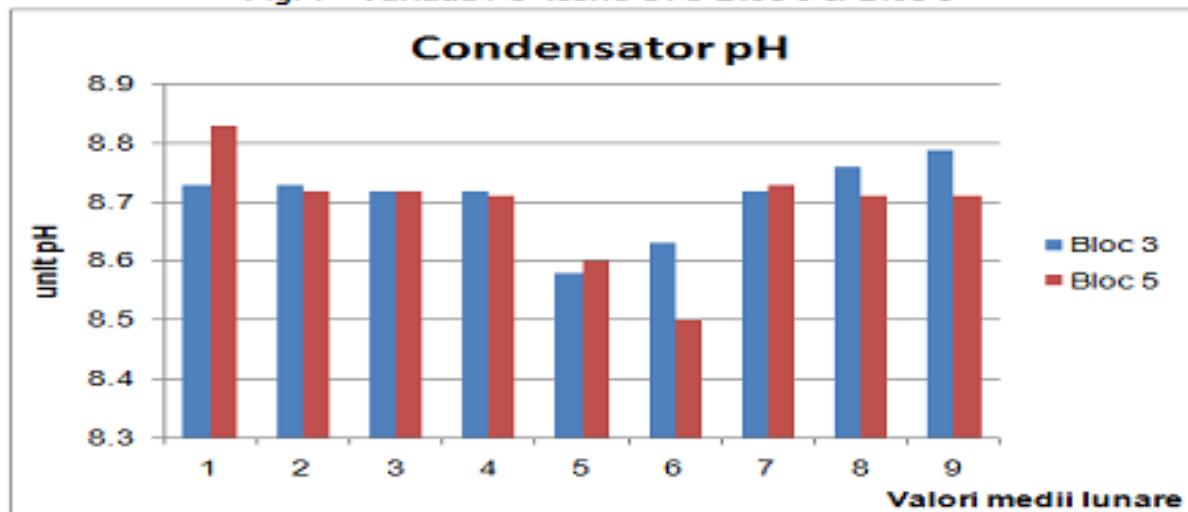


Fig. 8 - Variatia pH- Condensator-Bloc 3 si Bloc 5

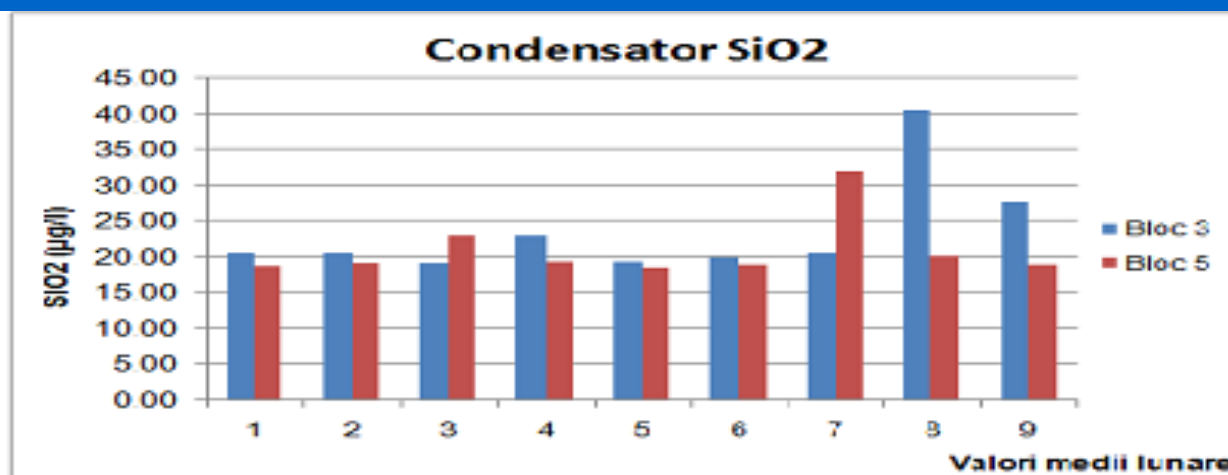


Fig. 9 - Variatia SiO₂- Condensator-Bloc 3 si Bloc 5

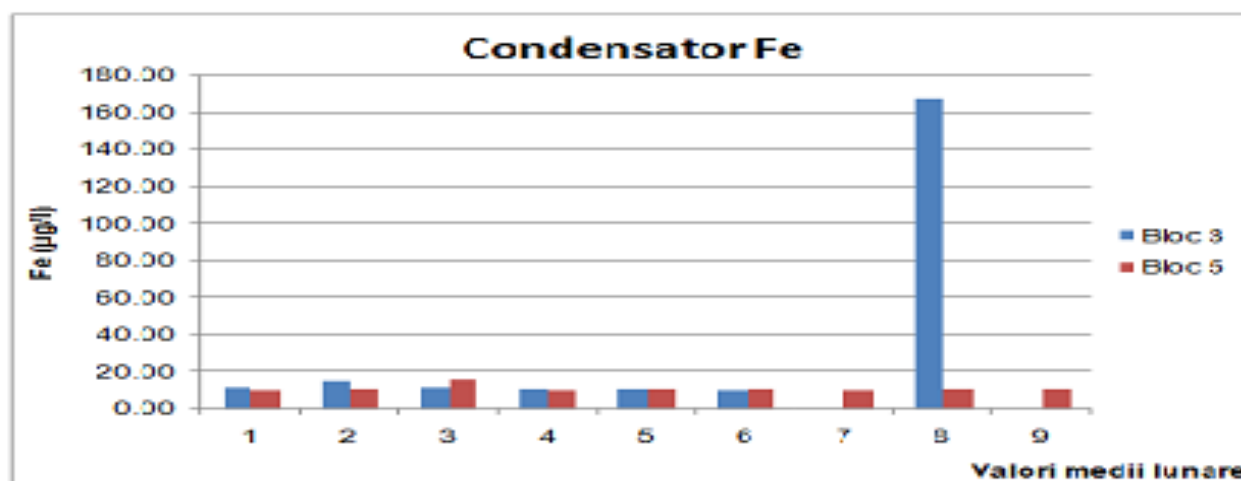


Fig. 10 - Variatia Fe- Condensator-Bloc 3 si Bloc 5

Analiza comparativa a rezultatelor obtinute

- **a.)Analiza rezultatelor indicilor de calitate monitorizati in punctele de control al circuitului chimic al apei.**
- **Apa de alimentare.**
- Valorile pH-ului sunt comparative pentru ambele circuite;
- Valorile SiO_2 si ionului de Fe sunt comparative pentru ambele circuite;
- Excesul de hidrazina este mult mai mare decat cel de Fineamin 90
- **Abur supraincazit/abur intermediar:**
- Continutul de SiO_2 mai mare in circuitul chimic al apei la Bloc nr.3 fata de Blocul nr.5;
- Continutul ionilor de Fe mai mare in circuitul chimic al apei la Bloc nr.3 fata de Blocul nr.5;
- **Iesire STC**
- Valorile SiO_2 ,conductivitatii electrice si ionului de Fe sunt comparative pentru ambele circuite;
- **Condensator**
- Valorile SiO_2 ,pH-ului si ionului de Fe sunt comparative pentru ambele circuite;

- *Valorile zilnice, cât și mediile lunare ale valorilor indicilor de calitate se încadrează în limitele specificate în PE 218/2010, la ambele grupuri studiate (Bloc nr. 3, tratat cu hidrat de hidrazina și Bloc nr. 5, tratat cu Fineamin 90-substanța multicomponent).*
- *În general se poate observa o valoare medie mai mică a conținutului de fier la Blocul nr. 5, fapt ce indică o rată de coroziune/eroziune mai mică pentru suprafețele metalice protejate de film de poliamine. În anumite perioade, se observă o valoare mai bună a pH-ului măsurat la Blocul nr. 5 prin comparație cu Blocul nr. 3.*
- *b.) Evaluarea comparativă a toxicității reactivilor chimici utilizați ca inhibitori de coroziune asupra personalului operativ cu atribuții în manipularea și dozarea lor și asupra mediului.*
- *În zona de manipulare/dozare a reactivilor chimici pentru tratarea apei de cazan s-a determinat o valoare de 40% din valoarea limită de expunere în cazul hidrazinei și o valoare de 31%, respectiv 36% din valoarea limită de expunere, în cazul componentelor Fineamin 90. Este de remarcat nivelul ridicat al vaporilor de hidrazina, la aproape jumătate din limita maximă prevăzută de normativ, mai ales ținând seama de potențialul cancerigen al acesteia.*

Concluzii

Având în vedere cele prezentate, se constata ca produsele multicomponent testate (FINEAMIN) reprezinta:

- o solutie fezabila si oportuna pentru a indeplini urmatoarele obiective:*
- cresterea gradului de securitate si sanatate a personalului de exploatare;*
- reducerea impactului procesului tehnologic asupra mediului;*
- reducerea efectului de coroziune a suprafetelor metalice ale cazanelor;*
- optimizarea cheltuielilor de mentenanta pentru conditionarea chimica a apei prin scaderea numarului de interventii asupra cazanului si folosirea unei cantitati mai mici de reactivi chimici;*
- cresterea sigurantei in exploatare;*
- conformarea cu normele de mediu actuale la nivel european si iesirea operatorului din incidenta SEVESO III*

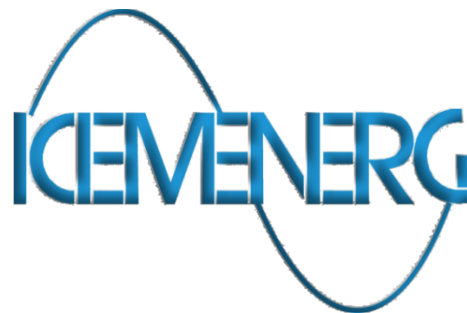
BIBLIOGRAFIE

1. EPRI- TR-102134-R5, *PWR SECONDARY WATER CHEMISTRY GUIDELINES*- REV. 5, 2000.
2. PE 218/2010- Regulament de exploatare tehnica privind regimul chimic al apei si aburului in centralele electrice si termice.
3. T.O.Passell, C.V.Welty, S.A.Hobart, *Use of organic amines in water chemistry control for pressurized water reactor secondary systems, progress in Nuclear Energy*, Elsevier, 1987.
4. Sanda Marina, V. Vasile Pafili, *Experimental investigation and optimization of carbohidrazide application using different alkalization agent on boiler All- Volatile treatment*, Applied Thermal Engineering , vol.30, nr.10, pg. 1269 – 1275 , 2010.

Va multumesc!



Institutul National de Cercetare Dezvoltare pentru Energie - ICEMENERG Bucuresti



Masa rotunda ***INCDE ICEMENERG - trecut, prezent si viitor in domeniul energetic***

15 - OCTOMBRIE - 2020

Tehnologii pentru utilizarea eficientă a micropotențialului hidroenergetic

autor:

Dr. ing. Cristian Purece
INCDE ICEMENERG București
cristianicemenerg@yahoo.com

INTRODUCERE

- Sursele regenerabile de energie (SRE) reprezintă un potențial energetic important și oferă disponibilități nelimitate de utilizare pe plan local și național. Ele asigură creșterea siguranței în alimentare cu energiei electrice și limitarea importului de resurse energetice, în condițiile unei dezvoltări durabile. Aceste cerințe se realizează în contextul României prin implementarea unor politici de conservare a energiei, creștere a eficienței energetice și valorificare superioară a surselor regenerabile.
- În cadrul SRE, energia hidro deține cea mai mare pondere și este considerată energia furnizată de hidroagregatele cu putere instalată inferioară sau cel mult egală cu 10 MW.

❖ Potențialul hidraulic amenajabil pe o porțiune de râu poate fi grupat în trei categorii

Nr. crt.	Denumire	Putere [MW]
1	Micropotențial	<10
2	Mezopotențial	10...100
3	Megapotențial	>100

❖ Până la momentul actual termenul "micro-hidro" nu a fost definit exact. Cea mai vehiculată clasificare a microhidrocentralelor la nivel internațional în funcție de putere, debit și diametrul turbinei este prezentată în tabelul:

Denumirea	Puterea tipică	Debitul Q	Diametrul turbinei
Micro	<100 kW	<0,4 m ³ /s	<0,3 m
Mini	100 – 1.000 kW	0,4 – 12,8 m ³ /s	0,3 – 0,8 m
Mică	1 – 50 MW	>12,8 m ³ /s	>0,8 m

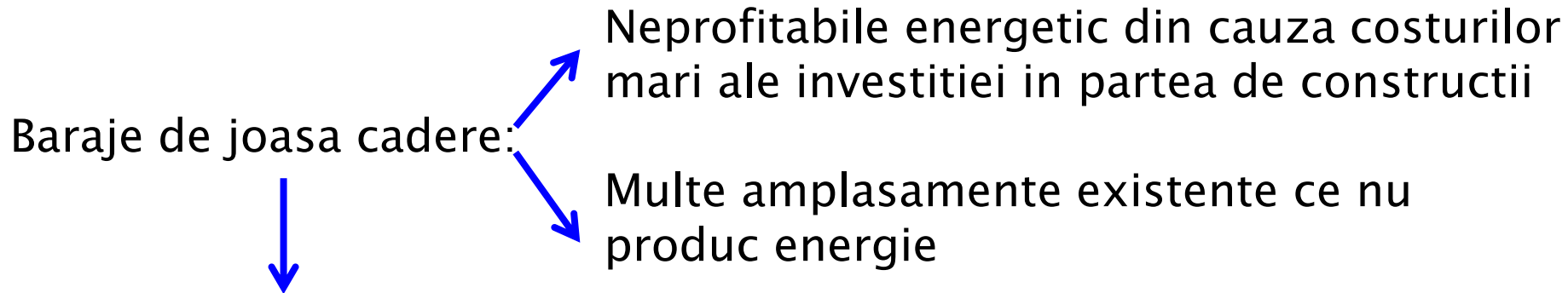
În România conform legislației din anii 90' (PE 306/1990) amenajările hidroenergetice de mică putere (până la 3,6 MW) se clasifică astfel:

- Centrale hidroelectrice de mică putere (CHEMP), cu puterea instalată între 200 kW și 3600 kW;
- Microhidrocentrale (MHC), cu puterea instalată între 20 kW și 200 kW;
- Centrale hidro artisanale (CHA), cu puterea instalată mai mică de 20 kW.

Amenajările hidroenergetice de mică putere oferă o gama largă de utilizări:

- producție de energiei electrică pentru consum propriu
- producție de energiei electrică pentru livrare în rețea
- producție de energiei electrică pentru rețele izolate
- energiei electrică pentru antrenarea altor echipamente

Noi tipuri de turbine utilizate la o MHC



S-au dezvoltat tipuri noi de turbine:

- very low head – VLH
- sifon ΩS & flotante ΩD
- șurubul lui Arhimede

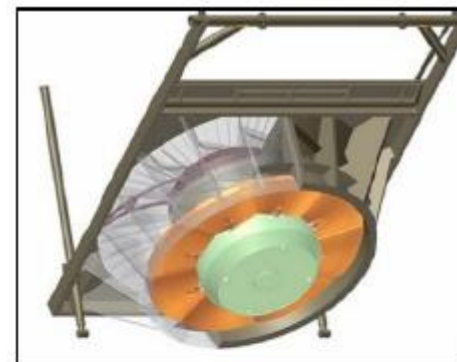
Caracteristici:

- Constructii reduse ca volum
- Fish friendly
- Potrivite pentru caderi foarte mici
- Posibilitate de retractare – elibereaza sectiunea de curgere in perioada viiturilor

Turbina VLH – descriere

Modul generator:

- Turbina Kaplan 8 pale
- Distribuitor fix 18 pale
- Gratar
- Generator cuplat direct la rotor
- Masina curatat gratar



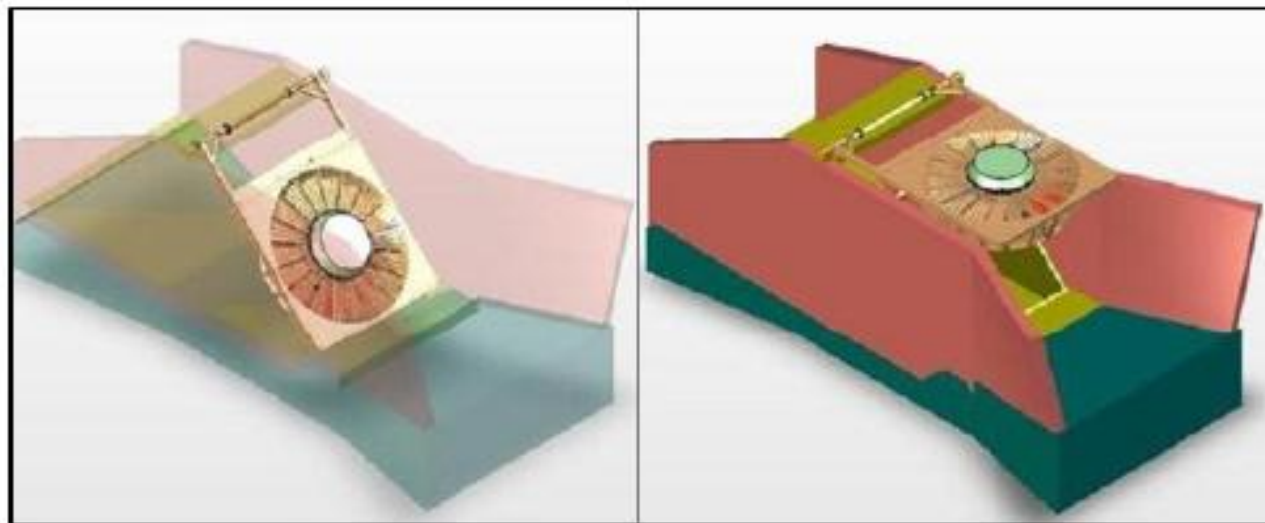
$D_{\text{rotor}} : 3.15 \div 5.00 \text{ (m)}$

$H : 1.4 \div 3.2 \text{ (m)}$

$Q_{\text{inst}} : 10 \div 30 \text{ (mc/s)}$

$P : 100 \div 500 \text{ (kW)}$

- Modul mobil – se poate elibera frontul deversant in totalitate
- Dublu reglaj – pale ajustabile si viteza variabila
- Viteza apa prin turbina – sub 2m/s
- Folosirea modulului ca element de inchidere
- Turbina Fish Friendly – 100% rata de supravietuire



Exemple de Turbine VLH



Cadere: 3 m

Debit instalat: 2 x 15 mc/s

Putere instalata: 650 kW

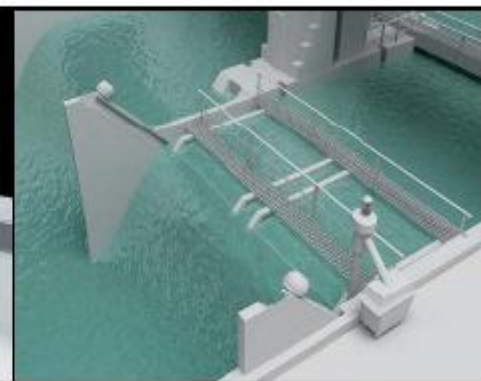
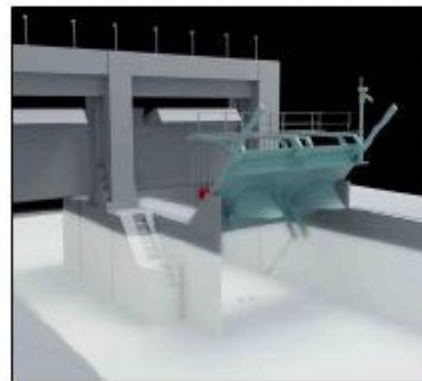
Energie produsa: 2 GWh/an

Diametru rotor: 3.55 m

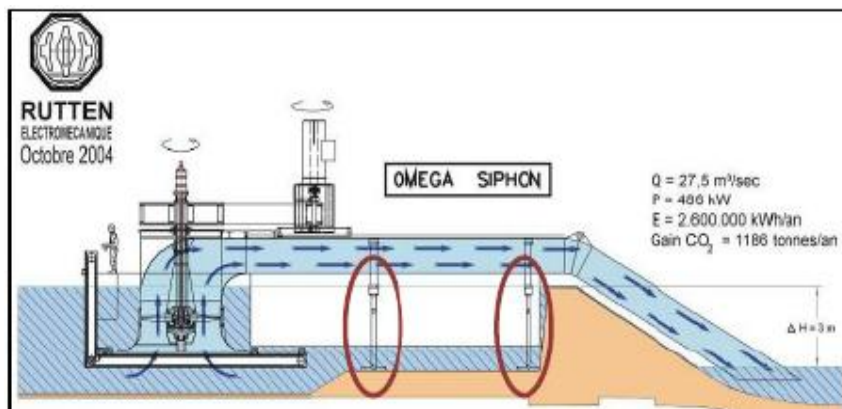
PIF: noiembrie 2011

Pret: 1.000.000 Euro

Ridicare/Coborare 20 min



Turbina sifon – ΩS



(Des Grosses Battes, Liege)

Cădere: 3 m

Debit instalat: $27,5 \text{ m}^3/\text{s}$

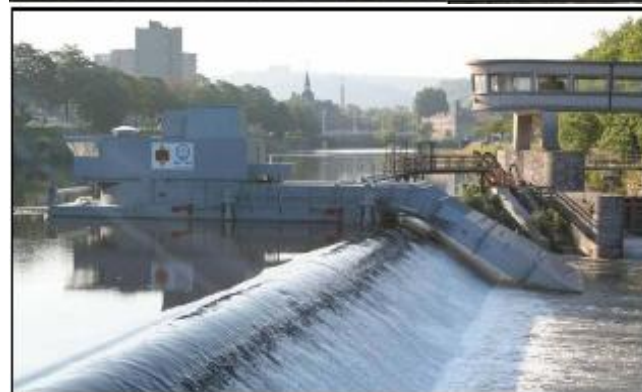
Putere instalată: 486 kW

Energie livrată: 2,6 GWh/an (2 ani)

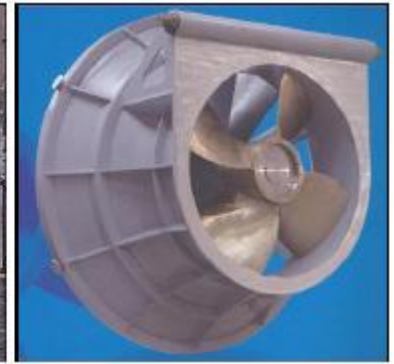
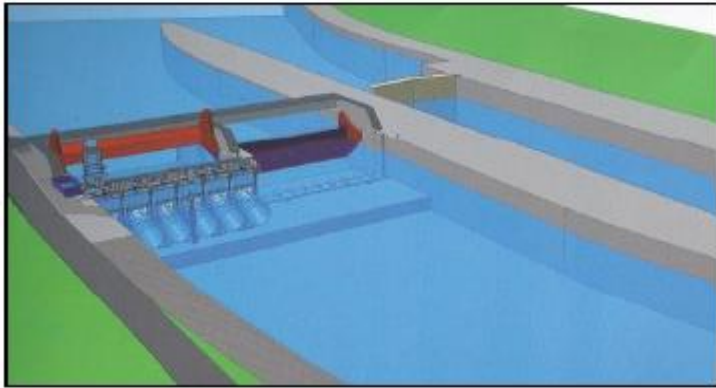
Diametru rotor: 3,25 m (92 rot/min)

4 pale raglabile

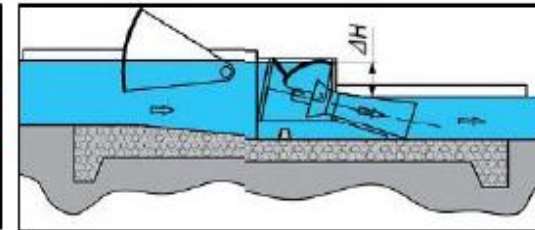
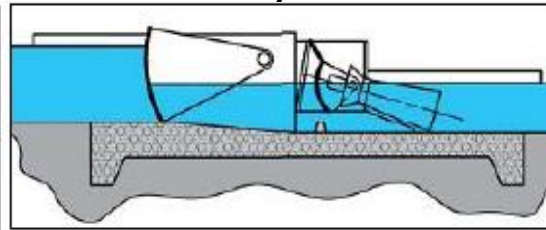
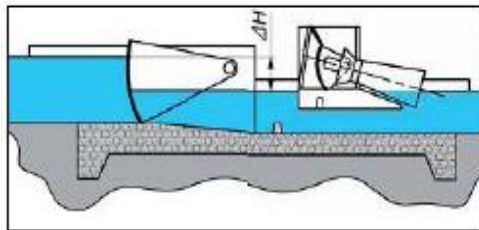
Investitie (prototip): 3 mil Euro



Turbina flotantă – ΩD



- Centrala realizata din module montate alaturat
- Pretabila barajelor de navigatie de cadere mica
- Nu necesita lucrari de constructii
- Fara reglaj – ON / OFF
- ΔH : 1.80 ÷ 4.00 m
- Q : 10 ÷ 18 mc/s
- P : 120 ÷ 560 kW
- N min aval : 2.5 ÷ 4 m
- Fish Friendly – 2% rata mortalitate



Turbina flotantă ΩD – (Hun – Haute – Meuse) – testare



Centrala dezvoltată în cadrul unui program de echipare a 9 baraje pentru navigație de pe râul Haute-Meuse cu centrale hidroelectrice.

Centrala compusă din 6 module

Cădere: 2.8 m

Debit instalat: $6 \times 17 \text{ m}^3/\text{s}$

Putere instalată: $6 \times 400 \text{ kW}$

Energie livrată: 10 GWh/an

Investiție: 6 mil Euro

Greutate: 350 t

Înălțime structură metalică: 8 m

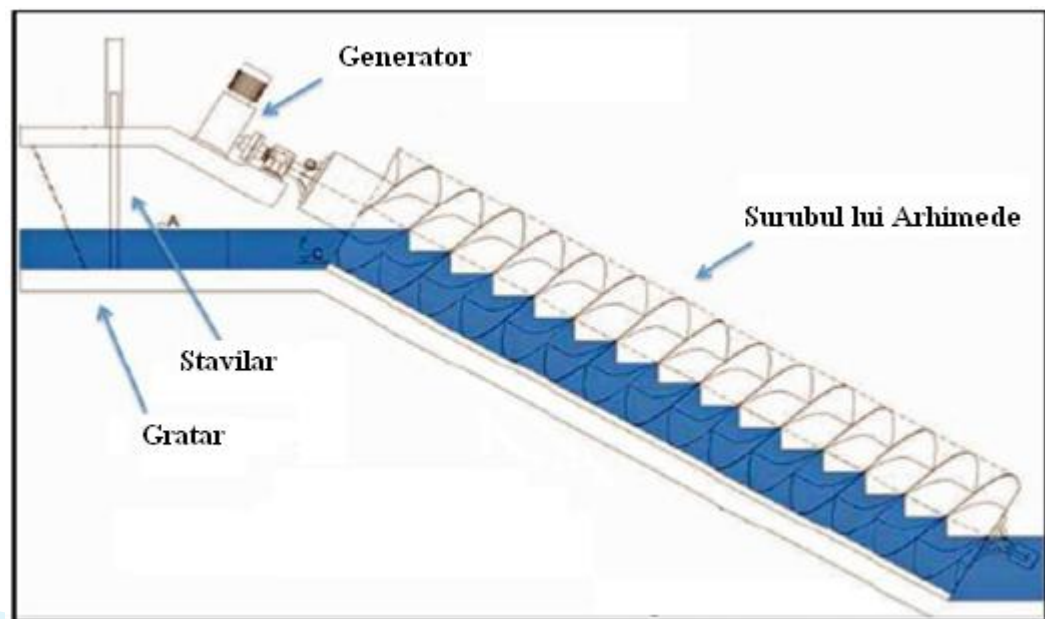


Turbina șurubului lui Arhimede

- Folosit în antichitate pentru transferul apei la un nivel mai înalt (irigarea Grădinilor Suspendate din Babilon)
- În ultimii ani dispozitivul a fost folosit și pentru producerea de energie electrică.
- Turbina Șurubului lui Arhimede este o turbină Fish Friendly (șurubul a fost folosit și pentru mutarea peștilor dintr-un lac în altul)



$V_{\text{rotatie}} : 28 \div 30 \text{ (rpm)}$
 $H : 1 \div 10 \text{ (m)}$
 $Q_{\text{inst}} : 0.1 \div 15 \text{ (mc/s)}$
 $P : \text{max } 200 \text{ (kW)}$





- Surubul este foarte rentabil pentru caderi mici [$1 \div 10$ m] cu randamente de 87% .
- Durata de viata este de pana la 40 de ani, datorita simplitatii si vitezei mici de rotatie. Intretinerea este foarte simpla.
- In Europa sunt active peste 200 de suruburi Arhimede la MHC – uri.

Exemplu de turbine șurubul lui Arhimede MHC Zavoiul Orbului

- Perioada executie: 1985 ÷ 1988
- 5 campuri deversante/ 10 goliri de fund
- $V_{lac} \approx 12$ mil mc
- Baraje laterale ≈ 7400 m
- Executie – etapa I (nivel copertina)
- Hretentie = 4.5 m (NNR actual)



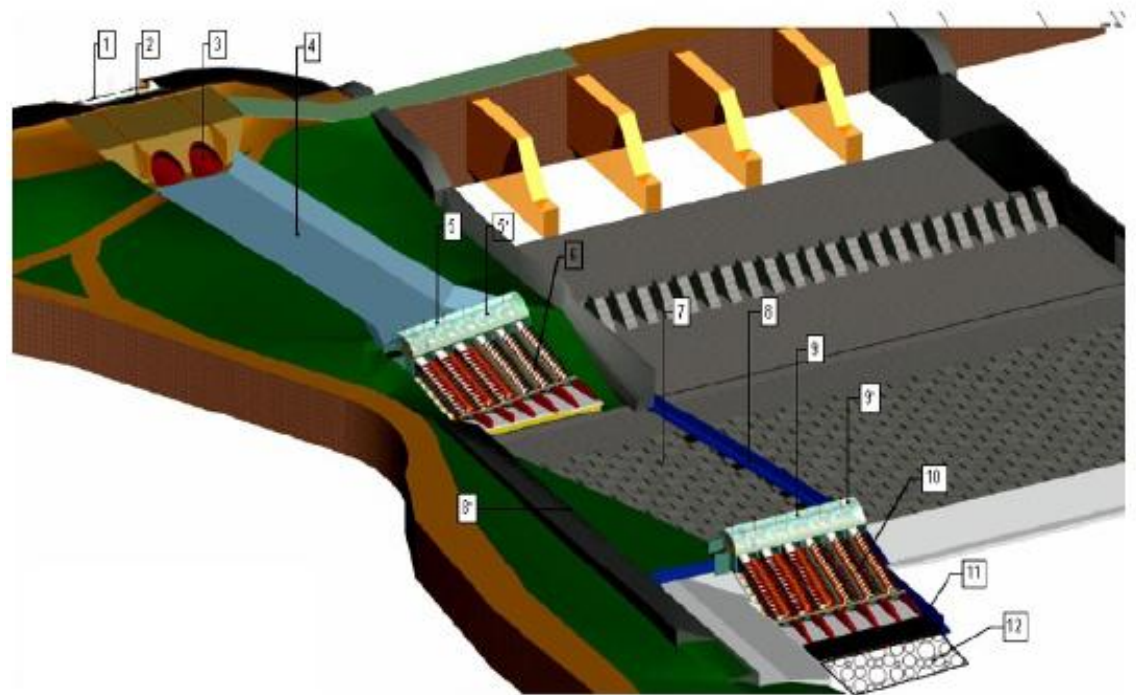
Folosinte:

- suplimentare debit Dambovita
- alimentare cu apa
- irigatii

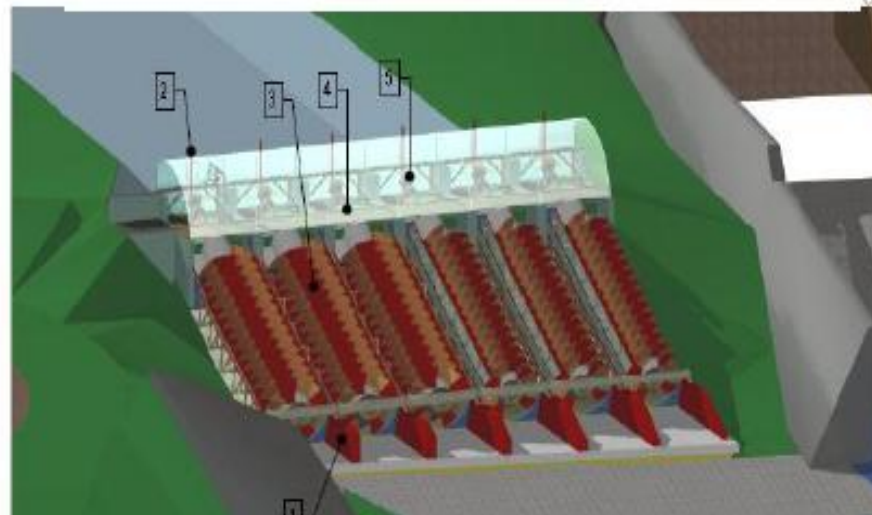
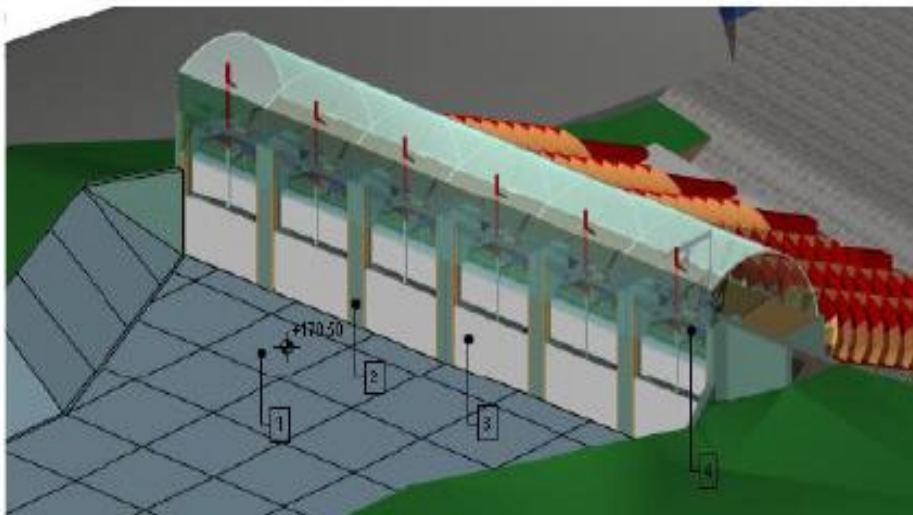
Amenajarea hidroenergetica

- 2 trepte de joasa cadere – amplasate pe malul drept
- MHC echipate cu Surubul lui Arhimede (2 x 6)
- Producerea de energie de baza, semivarf si varf cu livrare in SEN

- priza de apa
- canal aductiune MHC 1
- MHC 1
- bazin de linistire MHC 1
- canal aductiune MHC 2
- MHC 2
- bazin linistire MHC 2
- canal restitutie
- protectie saltele gabioane



MHC Zavoiul Orbului – MHC 1



Cădere: $\approx 4,5$

Debit instalat: $\approx 6 \times 6,50 \text{ m}^3/\text{s}$

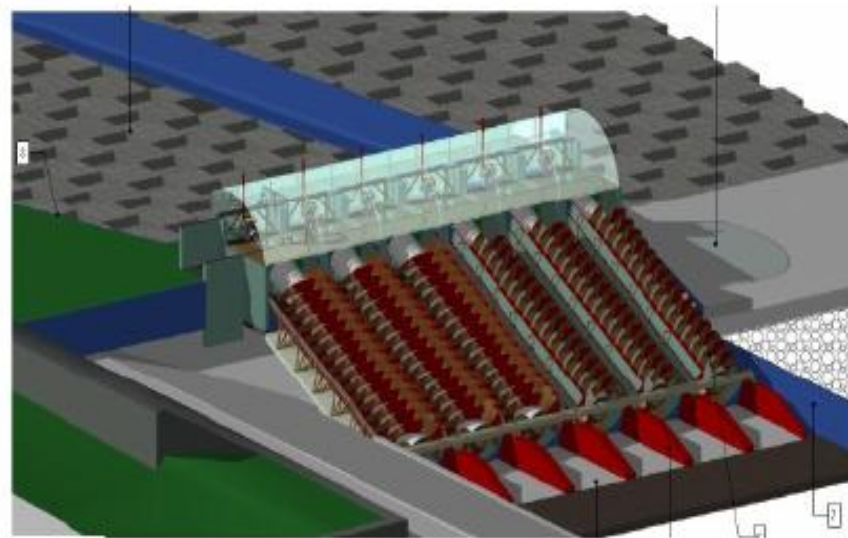
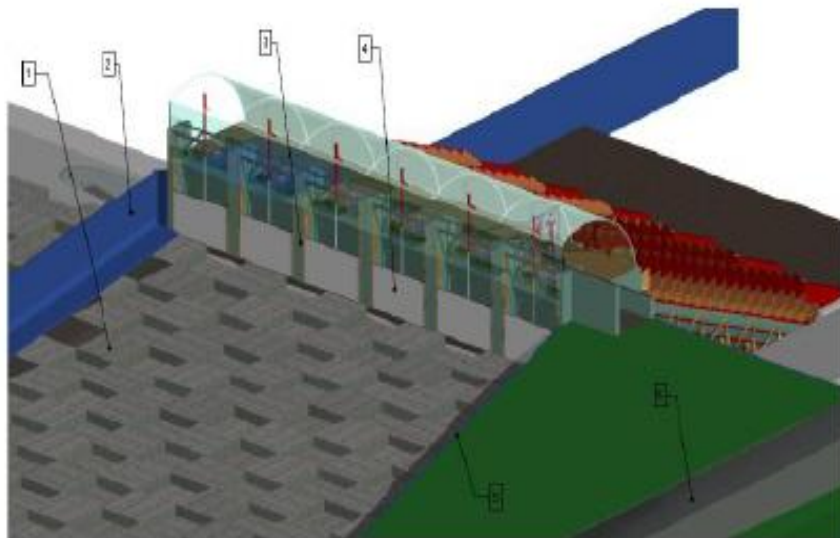
Putere instalată: $\approx 6 \times 195 \text{ kW}$

Turbine: 6 turbine Surubul lui Arhimede

Unghi inclinare surub 22

Viteza de curgere $\approx 1.75 \text{ m/s}$

MHC Zavoiul Orbului – MHC 2



Cădere: $\approx 5,2$ m

Debit instalat: $\approx 6 \times 6,50$ m³/s

Putere instalată: $\approx 6 \times 220$ kW

Turbine: 6 turbine Surubul lui Arhimede

Unghi inclinare surub 22

Viteza de curgere ≈ 1.75 m/s

Implementarea turbinelor șurubul lui Arhimede la o MHC

- În urma cercetarilor realizate in decursul ultimilor ani, s-a constatat faptul ca implementarea unor astfel de turbine tip șurub la o MHC, poate aduce mult mai multe beneficii decat in cazul unoralte tipuri deturbine. (Kaplan,Francis,Propeller,Crossflow.).
- Costurile de instalare al unui sistem Arhimede sunt mult mai reduse in comparatie cu cele pentru turbinele Kaplan. În urma unor cercetari facute de cercetătorii britanici, s-a constatat faptul ca un sistem Arhimede produce cu 15% mai multa energie decat un sistem Kaplan iar investitia costa cu 10% mai putin.
- Aceste turbine tip șurubul lui Arhimede sunt in special folosite pentru debite mari cuprinse intre 100 l/s si 15000 l/s și s-au dovedit a fi mai putin daunatoare pentru pesti.
- Modificarile de debit sau de nivel al apei in rau nu afecteaza eficienta sistemului.
- Studiile efectuate au aratat faptul ca pestii, nu au de suferit in urma implementarii unui astfel de sistem, ei putand traversa de la un capat la celalalt al turbinei in siguranta maxima.

Caracterul “fish-friendly” al turbinelor șurubului lui Arhimede

- În urma testelor efectuate, s-a demonstrat ca datorita miscarii lente a surubului (28– 30 rpm) si a spatiului mare prin care trece apa, toate categoriile de pesti, chiar si cei de dimensiuni mai mari pot traversa turbina fara a avea de suferit.
- Drept urmare, mai multe agentii de protectie a mediului au anuntat ca nu este necesara implementarea unui ecran de protectie.
- Mii de pesti au fost monitorizati si s-au facut inregistrari video cu ajutorul unor camere subacvatice amplasate atat la intrarea in turbina, in interiorul camerelor prin care trece apa, dar si la iesirea din sistem, pentru a evalua efectul surubului asupra unor specii de pesti din clasa salmonidelor. S-a constatat ca niciun peste nu a fost afectat, ei traversand in siguranta.

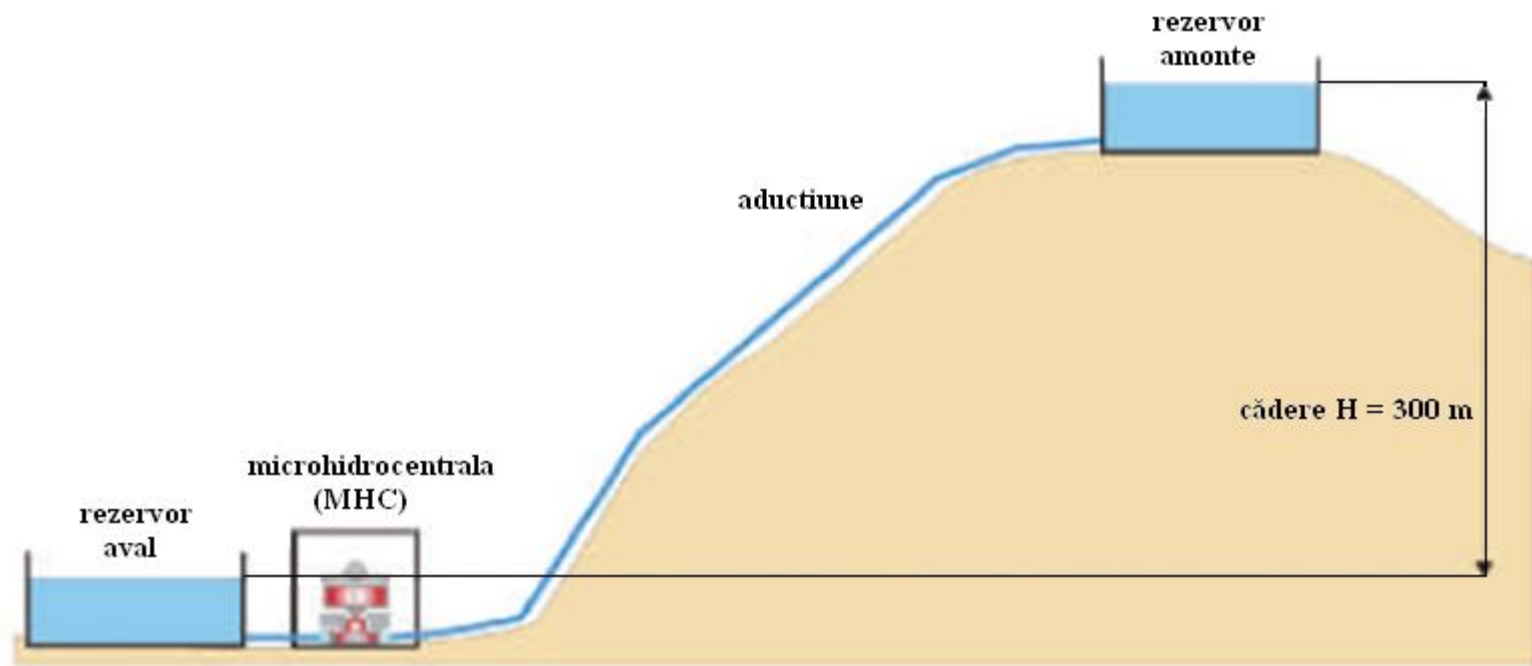


Idei noi de abordare

- ❖ Dezvoltarea sectorului hidroenergetic și a proiectelor de microhidrocentrale duce către noi idei și tehnici de implementare a acestora, care au o caracteristică deosebit de importantă: sunt flexibile, mai ales în ceea ce privește locul de amplasare.
- ❖ Un concept nou se bazează pe construcția unui număr de micro-hidrocentrale cu acumulare prin pompare, care pot fi controlate fie separat, fie ca un grup, pentru a îndeplini cerințele impuse.
- ❖ Construcția unei astfel de centrale poate fi realizată cu un minimum de modificări aduse mediului înconjurător, dată fiind folosirea rezervoarelor de tip shell.
- ❖ Folosirea acestor tipuri de rezervoare în circuit închis poate aduce avantaje ecologice. Se pot folosi, de asemenea, conducte metalice sau din fibră de sticlă pentru aducțiune.

În tabelul este prezent un set de calcule pentru grupuri cu puteri de la 2 MW la 10 MW, echipate cu o turbină cu un randament de 90% și o cădere netă de 280 m. Volumele celor 2 rezervoare au fost stabilite pentru 2 cicluri de turbinare (2×5 h) și 2 cicluri de pompare (2×5 h). Lungimea aducțiunii este de 1200 m.

Puterea grupului, MW	2	3	5	8	10
Debitul turbinei, m ³ /s	0,809	1,214	2,023	3,236	4,046
Diametrul conductei de aducțiune [DN], mm	700	800	1000	1200	1200
Pierderile prin frecare pe conducta de aducțiune (conductă metalică cu lungime de 1200 m), m	7,2	8,2	9,5	9,7	14,4
Pierderile prin frecare pe conducta de aducțiune (conductă de fibră de sticlă cu lungime de 1200 m), m	4,0	4,6	5,3	5,4	8,0
Capacitatea rezervoarelor, 10 ³ m ³	20	30	40	60	80



Cele două rezervoare pot avea diametre de 50–60 m și adâncimi chiar și de 15 m. Capacitatea volumetrică poate fi obținută utilizând mai multe unități de acest tip.

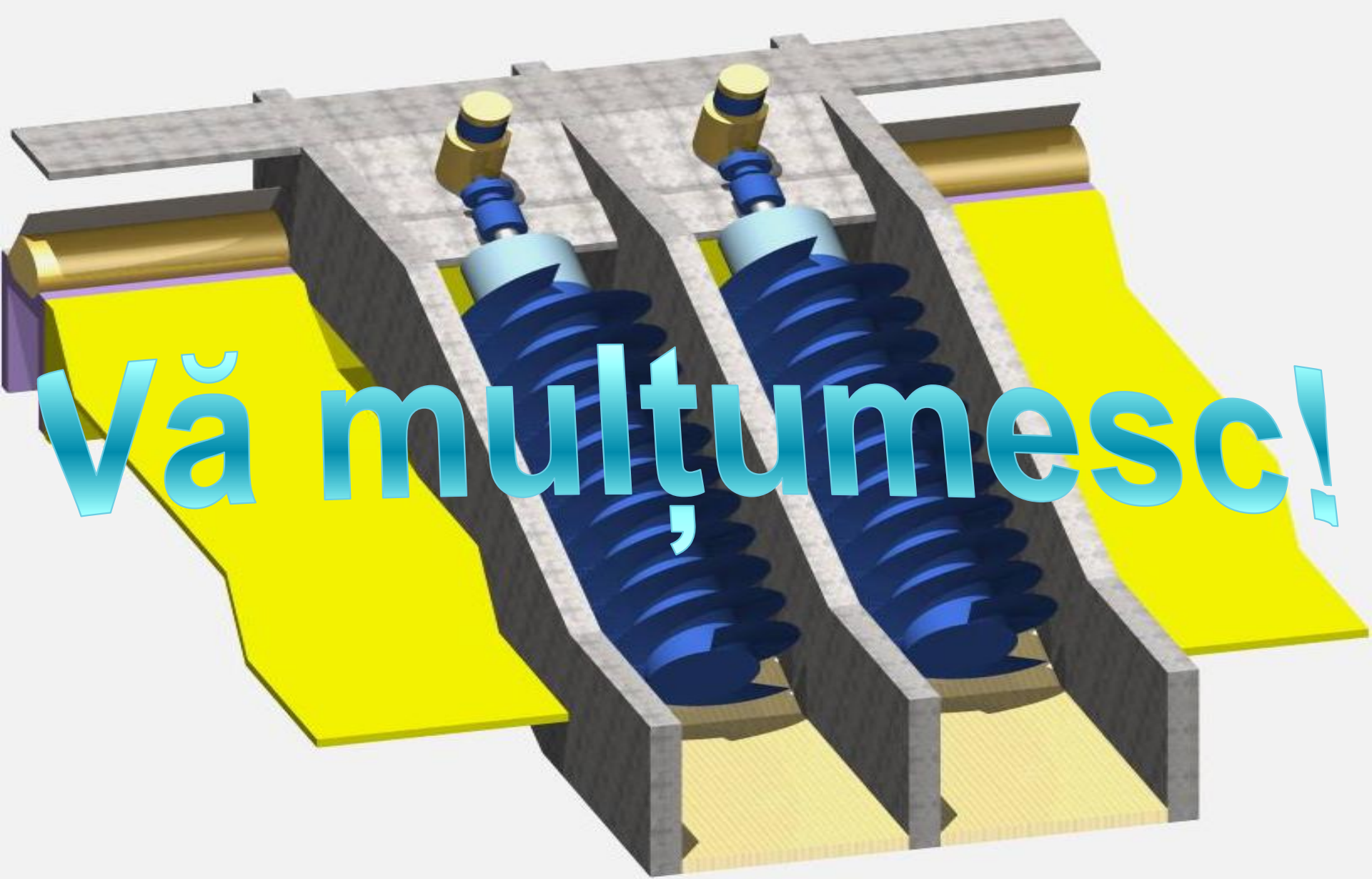
Rezervoarele pot fi deschise, cu o suprafață de separație care să împiedice evaporarea. Microhidrocentrala poate fi localizată la sfârșitul unei linii electrice de înaltă tensiune (20 kV), unde un curent mai mare de pornire al grupului de pompare ar putea afecta negativ funcționarea și fiabilitatea sistemului de distribuție. Turbina folosită este de tip Francis, echipată cu un generator sincron.

Concluzii

- Puterea furnizată din resurse hidro reprezintă aproape 20% din consumul de energie electrică totală al lumii, în timp ce alte resurse regenerabile contribuie cu doar circa 3% la producția mondială de energie electrică. Cu toate acestea, energiile regenerabile și soluțiile la scară mai mică, în special, oferă adesea cele mai bune soluții pentru producerea *off-grid de energie electrică, chiar dacă* majoritatea proiectelor implementate în prezent sunt proiecte mari.
- Generația microhidrocentralelor nu este o tehnologie nouă, dar în timpul dezvoltării industriale rapide din a doua jumătate a secolului 20 aplicațiile la scară largă au fost mult mai mult folosite ca soluție pentru a satisface nevoile presante de energie.
- Pe alte piețe, cu toate acestea, expansiunea rapidă a proiectelor mici, tehnologiile de îmbunătățiri tehnologice ale acestora și prețurile în scădere rapidă au oferit un context extrem de favorabil pentru un număr tot mai mare de proiecte.

- Această perioadă a fost, de asemenea, marcată de producția în masă de grupuri electrogene Diesel – ușor de transportat și instalat – o tehnologie încă dominantă în majoritatea țărilor în curs de dezvoltare.
- Recent, energiile regenerabile și în special hidrocentralele mici au găsit din nou locul lor de drept în agenda internațională integrată. Această revenire este strâns legată de lupta la nivel mondial pentru reducerea sărăciei, care împreună cu formularea Obiectivelor de Dezvoltare a Mileniului a subliniat rolul-cheie de acces la energie.
- Tehnologiile microhidrocentralelor pot oferi soluții reale la aceste probleme în țările în curs de dezvoltare. În ultimii ani, alte resurse regenerabile de mici dimensiuni, în special tehnologii fotovoltaice, au beneficiat de sprijin considerabil mai mic decât cele hidro, deși microhidrocentralele rămân tehnologii mai ieftine și mai mature în acest special segment de piață. Printre principalele motive care explică acest paradox sunt lipsa de reprezentare și de promovare a acestei tehnologii și experiența sa îndelungată.

- In Europa mai exista inca un important potential hidroenergetic chiar daca dezvoltarea energiei hidro a ajuns la maturitate ($\approx 50\%$ din potentialul tehnic fezabil).
- Amplasamentele de joasa cadere construite pentru alte folosinte reprezinta o importanta parte din acest potential.
- Amenajarile de joasa cadere – neprofitabile energetic din cauza investitiilor mari in partea de constructii pot fi echipate turbine ce nu necesita lucrari importante de infrastructura.
- Turbinele hidraulice de joasa cadere sunt cunoscute și ca turbine „fish friendly” → foarte apreciate datorită faptului că acestea protejează ihtiofauna → o conditie de baza impusa de investitori.
- Lucrarea prezinta o sinteza privind turbinele „fish friendly” de joasa cadere : • VLH, • Omega S & Omega D, • Surubul lui Arhimede si exemple unde acestea au fost implementate, precum și un concept nou ce se bazează pe construcția unui număr de microhidrocentrale cu acumulare prin pompare, care pot fi controlate fie separat, fie ca un grup.



Acest material a fost realizat prin Programul-nucleu, derulat cu
sprijinul ANCSI, proiect nr. PN19400401 contract nr. 27N/2019

**Institutul National de Cercetare Dezvoltare pentru
Energie - ICEMENERG Bucuresti**

Masa rotunda
***INCDE ICEMENERG - trecut,
prezent si viitor in domeniul
energetic***

15 - OCTOMBRIE - 2020

Arzator multijet cu NOx redus cu functionare pe carbune

autori:

ing. Silvia LIGDA

ing. Cristian MÂNDREAN

ing. Georgiana VASILE

Obiectivul cercetarii: *Elaborarea unei tehnologii de ardere performante, novative si originale cu emisii reduse de noxe, destinata arderii carbunelui indigen in cazanele energetice tip 510 t/h din Romania;*

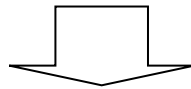
Obiectivul stiintific: *Stabilirea solutiei de reducere a emisiilor de oxizi de azot corelata cu optimizarea finetei de macinare si reducerea nearselor mecanice in conditii de economicitate si de asigurare a functionarii de durata la capacitatea si parametrii nominali*

Obiectivul tehnic: *Elaborarea proiectului tehnic pentru un arzator turbionar multijet cu recirculare interna si externa de gaze de ardere, ardere in trepte si reglarea separata a jeturilor de aer*

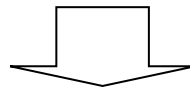
Etapele cercetarii:

- Analiza posibilitatilor de implementare a tehnologiei la cazanele de 510 t/h (particularitati constructive si parametri functionali pentru cazan si echipamente auxiliare)
- Teste si experimentari complexe pentru stabilirea performantelor tehnice si functionale ale cazanelor; determinarea consumurilor specifice
- Determinari de laborator privind caracteristicile fizico-chimice ale combustibililor; Stabilirea solutiei tehnice optime
- Elaborarea documentatiei tehnice pentru sistemul de ardere multijet cu NOx redus destinat cazanelor de 510 t/h

**Studii tehnice privind parametrii functionali ai agregatului de cazan
Analiza caracteristicilor constructive**



**Cercetari de laborator privind caracteristicile combustibililor solizi si
ale zgurii si cenusii evacuate**



Proiectare arzator multijet cu NOx redus

- Solutia tehnica de arzator adoptata are la baza tehnologia de ardere in trepte. Arzatorul este conceput pentru a reduce emisia de NO_x printr-o combinatie a metodelor primare de reducere si anume: tehnologia arderii in trepte, a insuflarii aerului deasupra zonei de ardere si a tehnologiei de reardere in focar.
- Implementarea noii tehnologii de ardere va conduce la o scadere a concentratiei NO₂ cu circa 20 % - 30 %, prin introducerea arderii substoichiometrice pentru zona initiala a flacarii, cu scaderea ponderii temperaturii in nucleul principal de flacara si completarea combustiei prin utilizarea principiului **Over fire air** (aer deasupra zonei de ardere). Astfel, se va realiza o divizare a focarului in trei zone de ardere: zona principala de ardere, zona de reducere si zona de delimitare (finalizare) a arderii.
- Arderea in trepte se va realiza pentru un grupaj de fante prin lungimi diferite ale acestora in ambrazura. Rearderea in focar se va face printr-o ardere sub-stoichiometrica la nivelul modulului de arzator prezentat, urmand ca aerul tertiar sa definitiveze procesul de combustie. Gradarea si reglajul arderii se vor realiza prin insuflarea mai multor jeturi de aer de ardere (primar, secundar, tertiar), turbionate diferit.

Modificările constructive au cuprins:

- mentinerea canalelor reprezentate de fantele inferioare de praf de carbune la aceeași lungime ca la arzatorul initial;
- prelungirea canalelor de aer secundar reprezentate de cele 6 tevi inferioare la aceeași lungime ca la arzatorul initial;
- prelungirea restului de aer secundar al modulului de arzator cu o lungime de 180 mm.

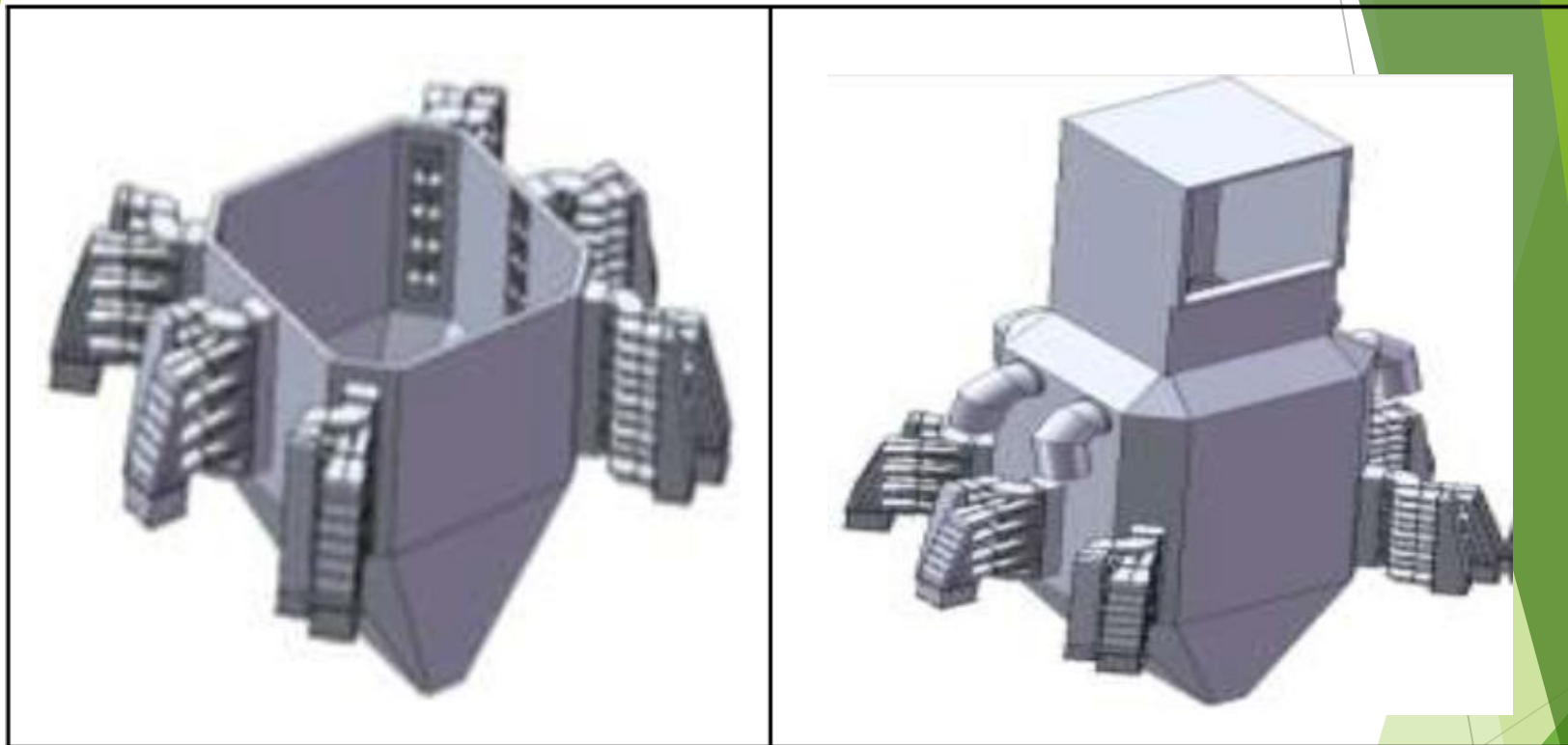


Fig. 1: Schita dispunere mori pe cazanul de 510 t/h

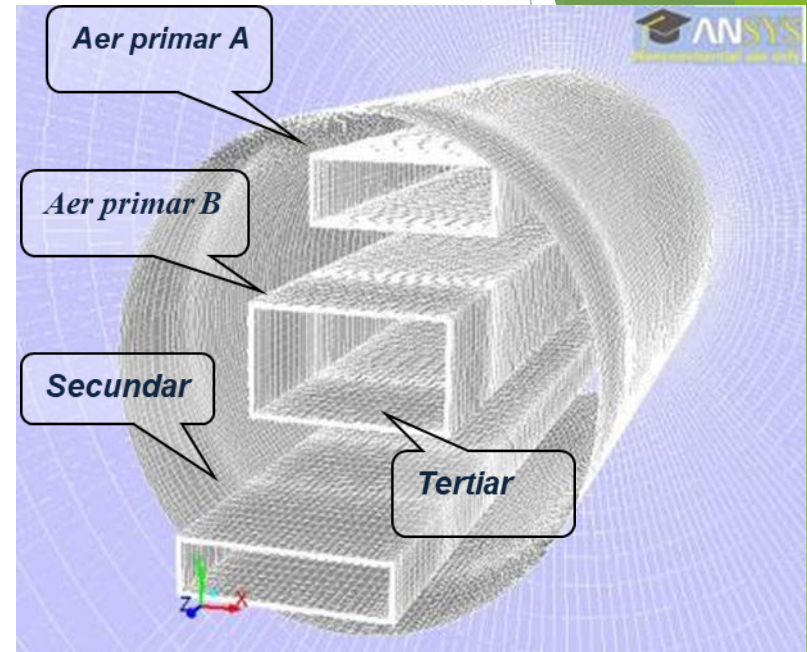
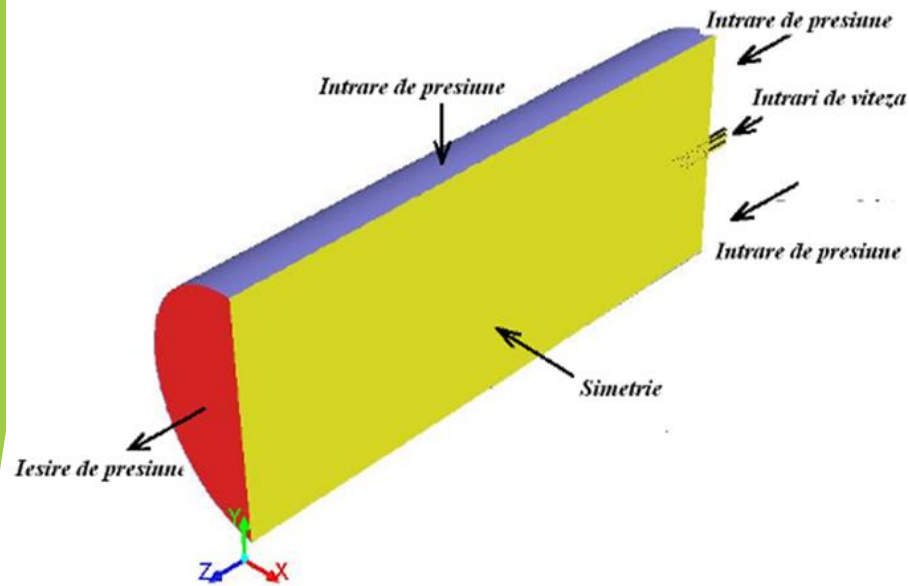


Fig. 2 Definirea jeturilor de aer de ardere

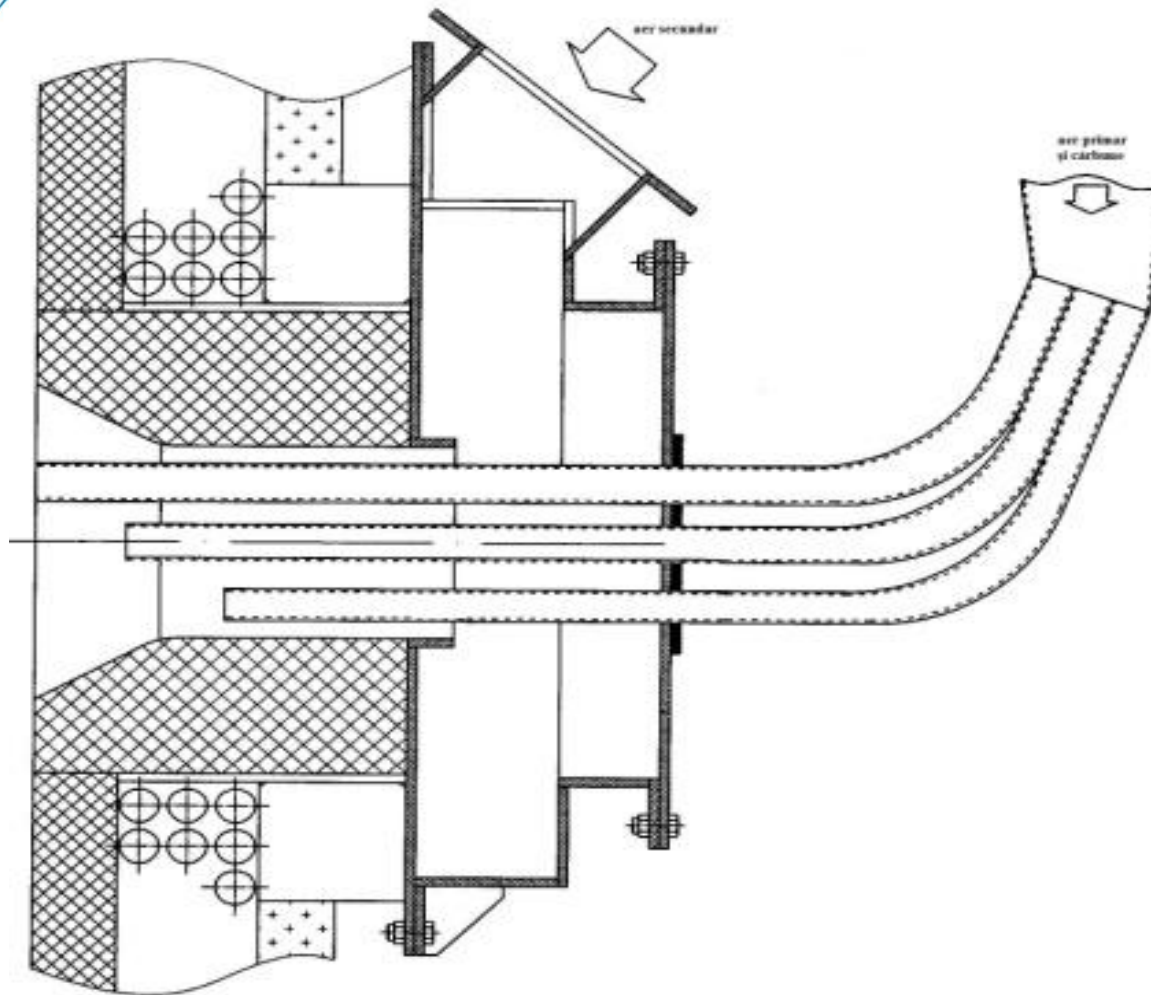


Fig. 3: Modelul noului tip de arzator

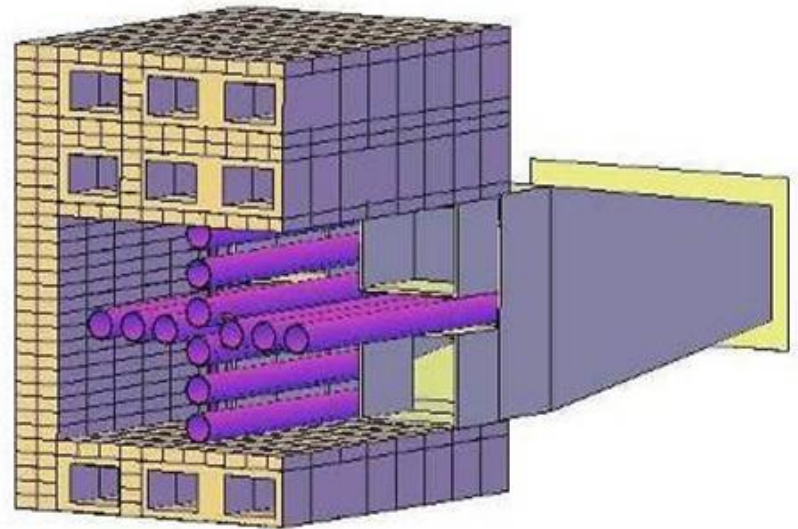
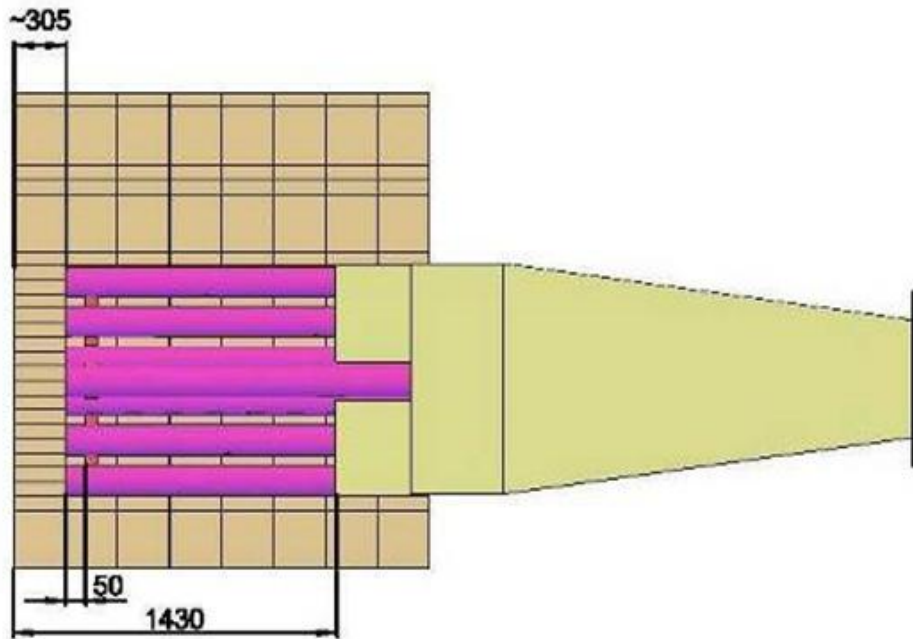


Fig. 4: Detalii constructive ale noului modul de arzator

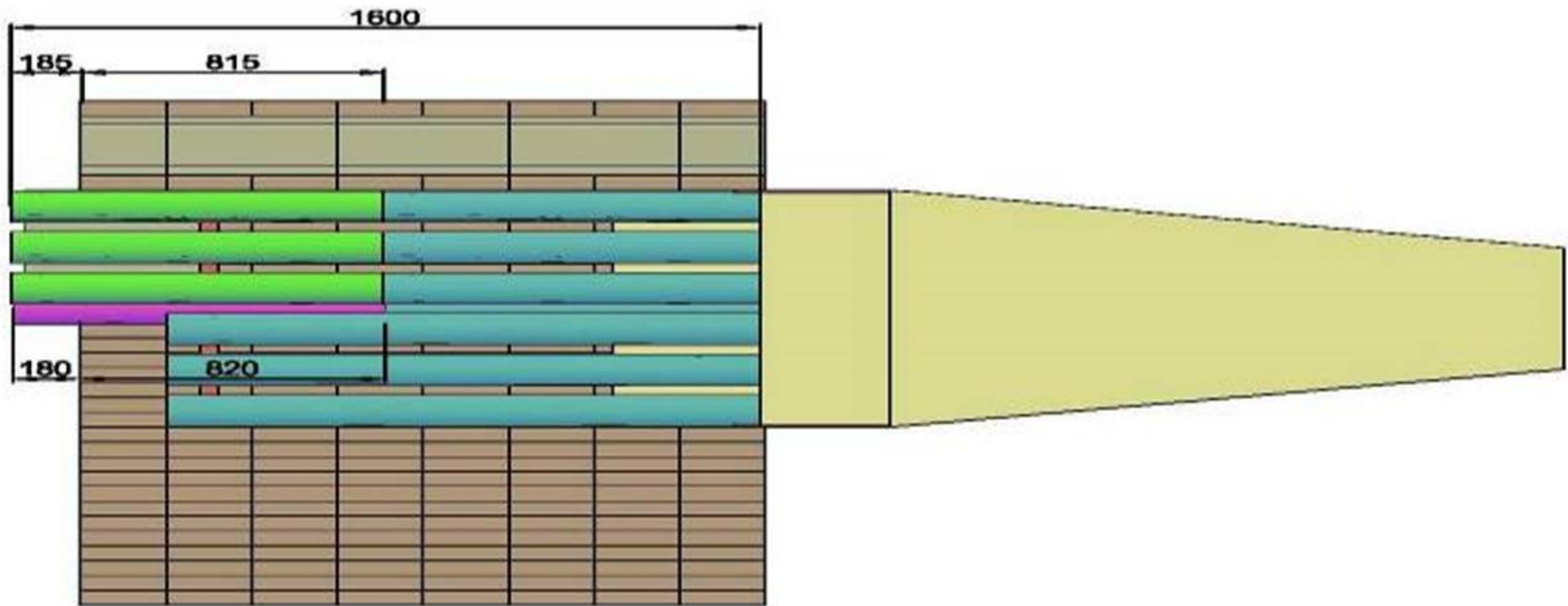


Fig. 5: Schita fante modul de arzator

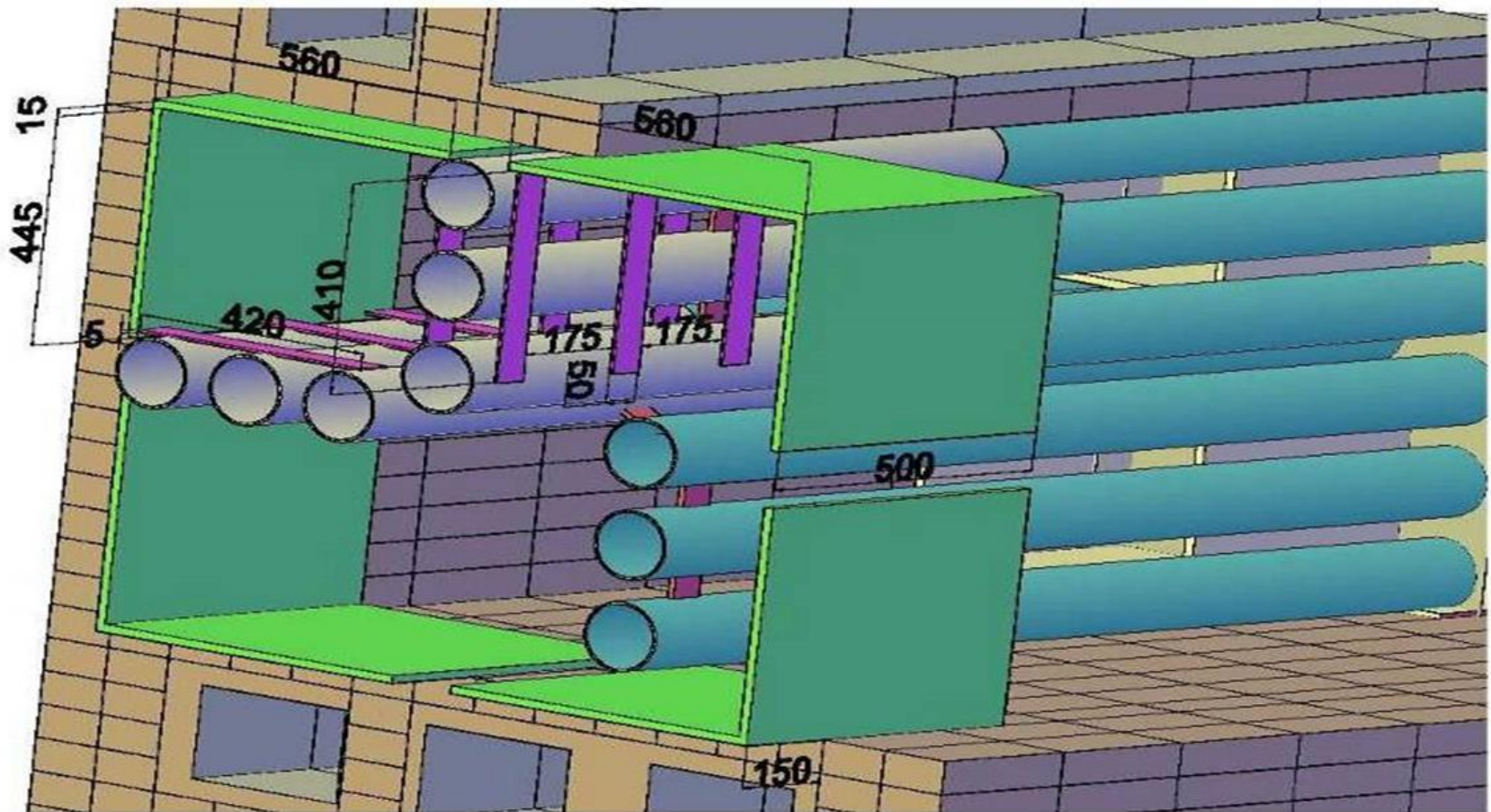


Fig. 6: Detalii constructive ale noului modul de arzator cu NOx redus

Avantajele tehnice ale solutiei propuse:

- este posibila reducerea si mentinerea emisiilor de NOx prin reglari si turbionari diverse pe cele trei circuite de aer;
 - prin cresterea turbionarii se va realiza o recirculare interna de gaze de ardere, suficient de mare pentru a ajuta aprinderea, stabilizarea flacarii si reducerea emisiei de NOx, precum si centrifugarea adecvata a particulelor de carbune astfel incat acestea sa nu paraseasca jetul de baza.
- S-a urmarit stabilirea raportului optim de aer primar fata de cel secundar si raportului optim de aer secundar fata de cel tertiar;

Avantajele economice ale implementarii noilor arzatoare:

- scaderea emisiei de NOx in atmosfera, cu reducerea cheltuielilor cu taxa de mediu;
- economii anuale de combustibil prin imbunatatirea randamentului cazanului;
- investitie mult mai redusa decat in situatia achizitionarii de arzatoare din import.