

## CU PRIVIRE LA INFLUENȚA FLUCTUAȚIEI FLUXULUI ASUPRA PRECIZIEI MĂSURĂRII VOLUMELOR DE GAZE.

<sup>1</sup>V.Tonu, <sup>1</sup>C.Țuleanu, <sup>2</sup>I.Cazacu

<sup>1</sup>Universitatea Tehnică a Moldovei, <sup>2</sup>SRL Moldovatrangaz

Implementarea pe sectorul național de transport gaze a două noi stații de măsurare comercială a gazelor (SMG) Grebenichi și Căușeni tolerează serios pierderile tehnice de gaze, depășindu-le în unele perioade pe cele normative aproximativ de două ori. În circumstanțele create se impune o analiză serioasă a factorilor care condiționează astfel de situații.

Pentru scoaterea în evidență a factorilor, care generează astfel de anomalii, s-a pus problema de a se investiga, pentru sectorul nominalizat, toleranța pierderilor de gaze funcție de:

- gradul de etanșeitate a sectorului magistral de transport dintre stațiile de măsurare nominalizate;

- caracteristicile funcționale și metrologice ale sistemelor de măsurare de la stațiile de predare, racordate la sectoarele respective de conducte magistrale;

- caracteristicile metrologice ale dispozitivelor deprimogene și respectiv tractoarelor de presiune și presiune diferențială, instalate la SMG Grebenichi, pentru diverse perioade de consum (vară, iarnă etc.);

- regimul de lucru a stației de compresoare (SC) Tiraspol-2 asupra preciziei echipamentului de măsurare de la SMG Grebenichi;

- transvazările de gaze din conductele de transport învecinate, care funcționează în regimuri distincte de presiune, efectuate în nemijlocită vecinătate cu sistemul de măsurare al SMG Grebenichi.

Investigațiile privind influența factorilor nominalizați s-a efectuat respectând ordinea expunerii lor, prin metoda excluderii treptate a gradului de influență a acestora.

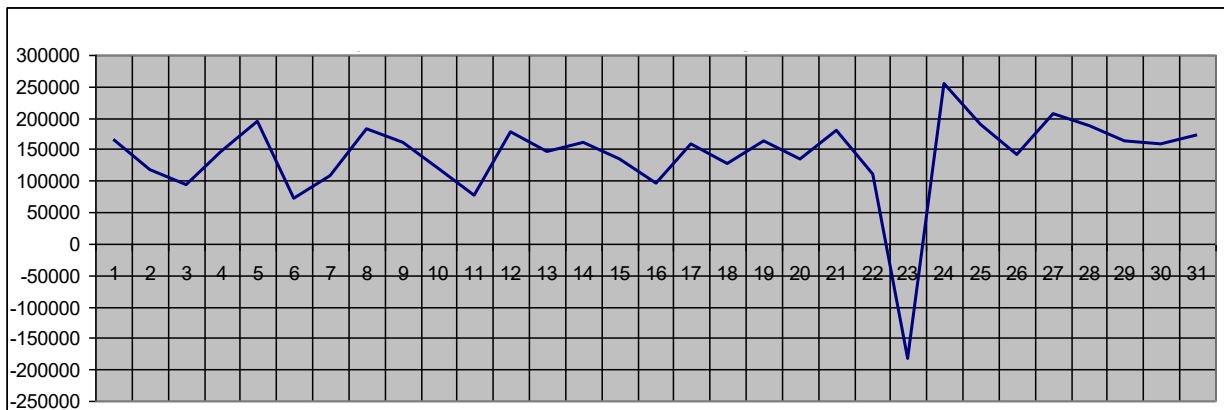
Astfel, ciclul de cercetări a fost conceput de la controlul gradului de etanșeitate a sectoarelor de conducte magistrale, situat între stațiile de măsurare gaze nominalizate. Pentru aceasta s-a examinat etanșeitatea pereților tubulaturii sectorului magistral Ananiev – Tiraspol - Ismail (ATI), utilizându-se piguri inteligente. Etanșeitatea pereților tubulaturii sectoarelor magistrale Razdel'naja – Izmail (RI) și Șebelinca – Dnepropetrovsc – Crivoi-Rog – Ismail (ȘDCRI) s-a

realizat prin metoda magnetometrică. În rezultatul examinărilor s-a constatat că sectoarele respective de conducte magistrale dispun de o etanșeitate satisfăcătoare, iar factorul dat de influență justificat poate fi neglijat.

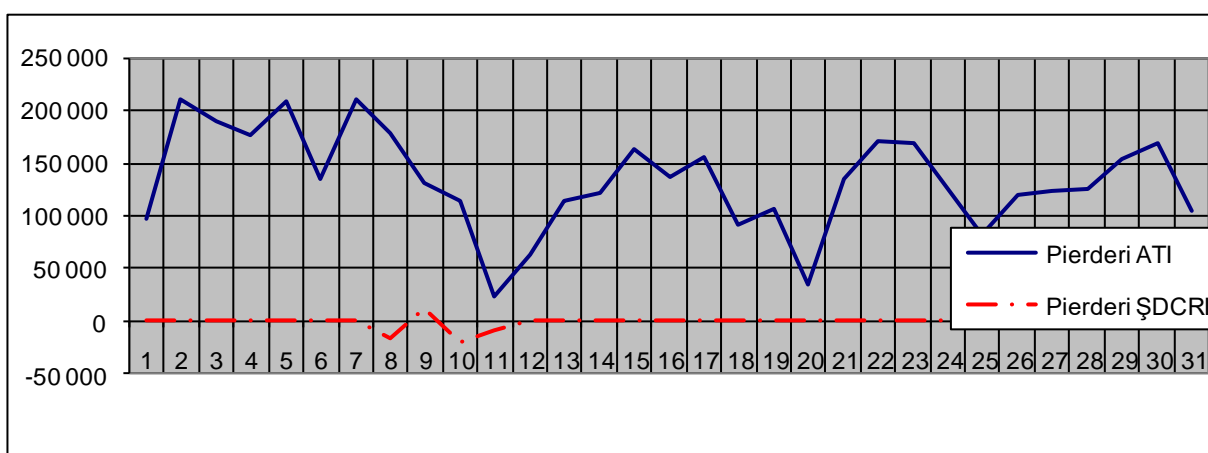
Pentru a scoate în evidență influența celui de-al doilea factor toate stațiile de predare, racordate la sectoarele investigate de conducte, în perioada 28...29 iulie 2006 au fost secționare de la conductele de tranzit și trecute la alimentare de la conducta Odesa - Chișinău. Din cele observate s-a stabilit că și această acțiune n-a influențat modificarea pierderilor de gaze din conductele magistrale de tranzit (figura 1).

Analiza factorului al treilea a constatat funcționarea SMG în regim ce depășește debitul de proiect în perioada rece a anului și ca urmare utilizarea modului  $m \leq 0,45$  în loc de  $m \leq 0,40$  și a tractoarelor de presiune diferențială cu  $\Delta p = 10000 \text{ kgf/m}^2$  în loc de  $\Delta p = 6300 \text{ kgf/m}^2$ . Pentru excluderea acestui factor pentru 2008 este planificată reconstrucția SMG cu asamblarea a două conducte suplimentare de măsurare. Influența factorului următor a fost examinată în perioada aflării în reparație a stației de compresoare SC Tiraspol-2. Dinamica pierderilor de gaze înregistrate pe perioada 1...31.07.06 și 20.07...20.08.07 (figura 1) ne justifică că staționarea SC Tiraspol-2 practic n-a influențat nivelul pierderilor de gaze, ceea ce ne permite de a justifica neglijarea influenței și acestui factor.

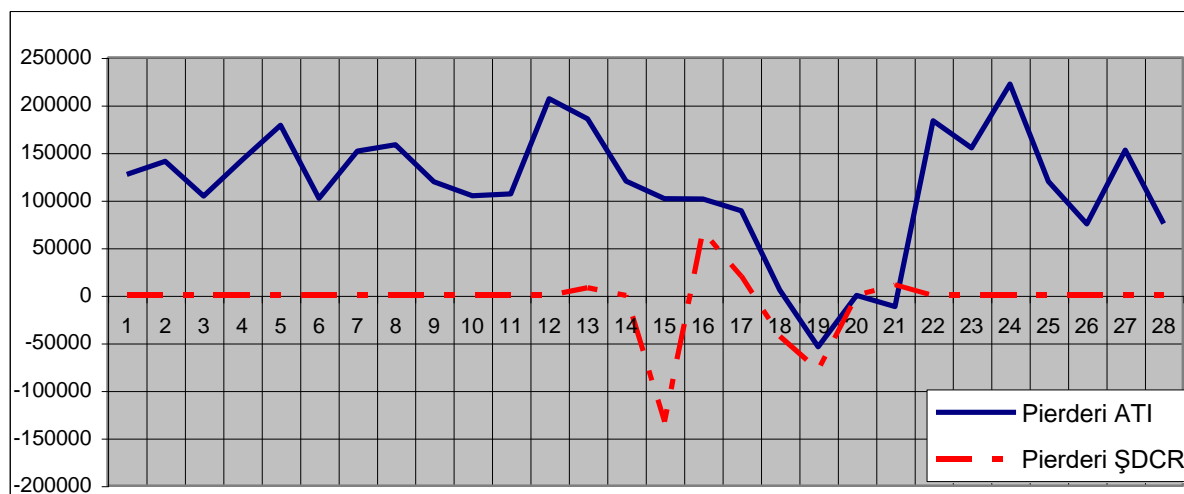
Analiza regimurilor de transport gaze și a comutărilor armaturilor de secționare și transvazare din conducta ATI în sistemul de conducte RI și ȘDCRI dă dovadă că volumul pierderilor corelează cu volumul transvazărilor de gaze dintr-un sistem în altul, efectuate în aval de SMG Grebenichi la distanța de circa 120 m de sistemul de măsurare al stației. Această afirmație a fost făcută în baza datelor obținute în perioada funcționării separate a sistemelor de transport ATI și RI, ȘDCRI între 22.07.06-23.07.06 (fig.1), 08.08.06-11.08.06 (fig.2), 26.10.06-30.10.06, 14.02.07-19.02.07 (fig. 3).



**Figura 1.** Variația volumelor pierderilor de gaze în iulie 2006 în sectorul SMG Grebenichi – SMG Căușeni.



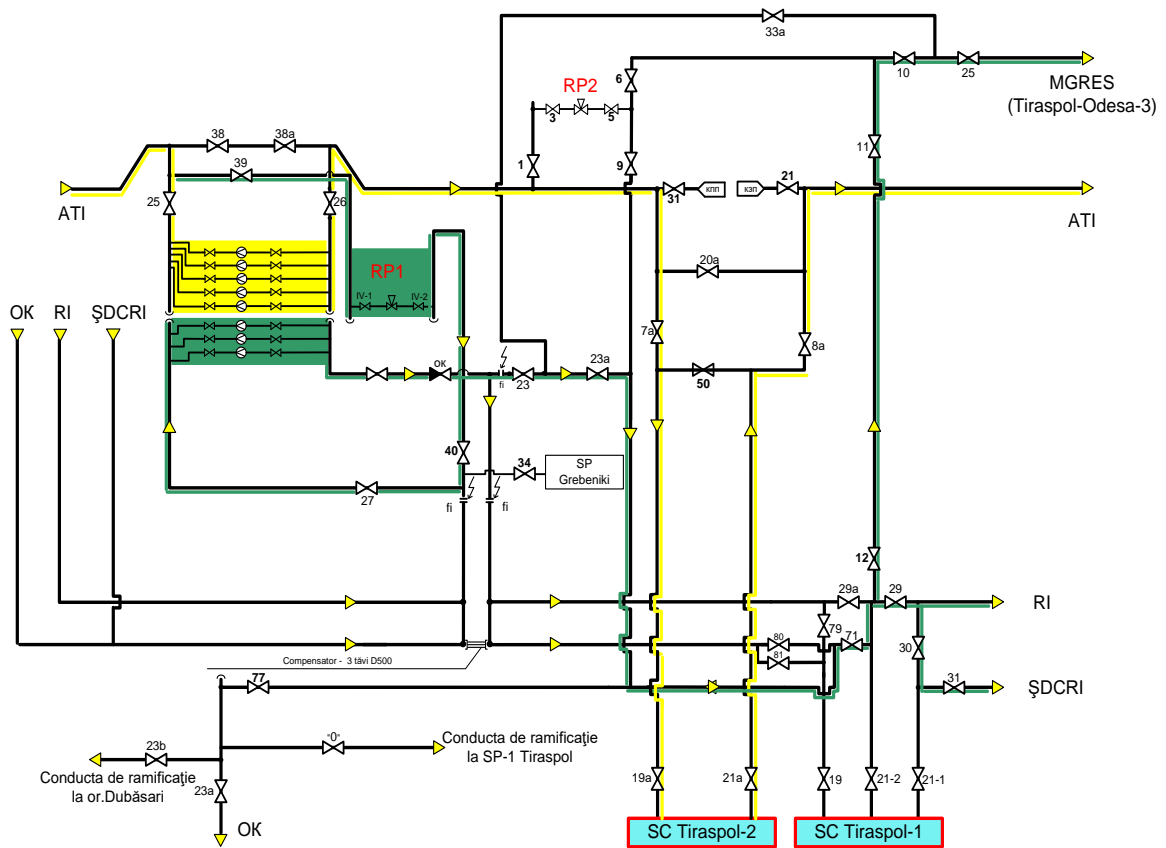
**Figura 2.** Variația volumelor pierderilor de gaze în august 2006 în sectorul SMG Grebenichi – SMG Căușeni.



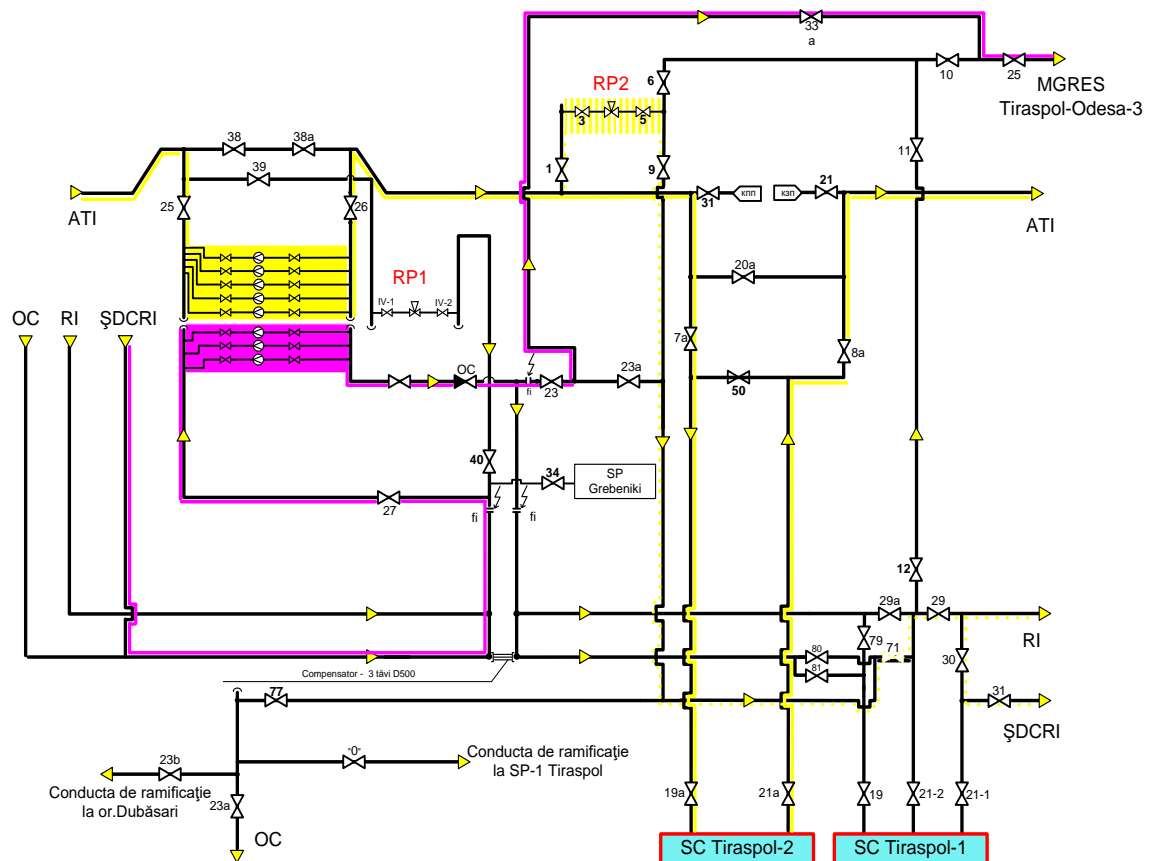
**Figura 3.** Variația volumelor pierderilor de gaze în februarie 2007 în sectorul SMG Grebenichi – SMG Căușeni.

Schema funcțională a SMG Grebenichi cu capacitatea de proiect de 75 mil  $m^3/24h$  este construită astfel, încât transvazările pot fi efectuate atât în amonte de SMG (figura 4), cât și în aval de ea (figura 5). În cazul în care SMG Grebenichi

funcționează conform variantei 1 (figura 4) toate conductele de măsurare, atât la această stație, cât și la SMG Căușeni lucrează în condiții metrologice identice.



**Figura 4.** Schema tehnologică a SMG Grebenichi. Varianta funcțională 1 - transvazarea gazelor din ATI în ȘDCRI prin RD-1.



**Figura 5.** Schema tehnologică a SMG Grebenichi. Varianta funcțională 2 - transvazarea gazelor din ATI în ȘDCRI prin RD-2.

În cazul funcționării SMG Grebenichi conform variantei 2 (figura 5) la stația menționată funcționează 6 conducte de măsurare din cele 8 existente la un debit de 80 mil  $m^3/24h$ . Această schemă nu poate să nu influențeze procesul de majorare a pierderilor de gaze prin eroarea măsurărilor. Aceiași corelație a fost observată în sectorul SMG Căușeni – SMG Orlovca la transvazarea gazelor dintre trei conducte de transport cu diferite trepte de presiune prin două dispozitive amplasate în amonte de SMG Orlovca la distanța de 70 și respectiv 650m de sistemele ei de măsurare, care se efectuează în perioada rece a anului în lunile noiembrie-aprilie. Corelația menționată corespunde cu rezultatele cercetărilor stipulate în ISO TR 3313 [3]. În raportul tehnic [3], elaborat de organul internațional de standardizare, sunt prezentate: definiția fluxurilor fluctuante, comparația lor cu fluxurile staționare, descrierea influenței fluctuațiilor asupra diferitor mijloace și metode de măsurare (diafragme, duze, tuburi Venturi, debitmetre cu turbină și cu turbioane, ultimele fiind numite Vortex. În acest document de asemenea sunt prezentate explicații referitor la cauzele aparentei pulsațiilor, indicate metode de depistare și determinare a parametrilor fluctuațiilor, cât și propuneri pentru calcularea erorilor, apărute în rezultatul influenței fluctuațiilor în fluxul examinat, sau excluderea lor.

Unele recomandări privind influența transvazărilor asupra calității măsurărilor cu utilizarea organului deprimogen sunt prevăzute și în anexa **J** la GOST 8.586.6-05 [2]. În anexa **J** [2] se stabilesc regulile de bază, mijloacele și ordinea efectuării lucrărilor pentru determinarea componentei incertitudinii măsurării volumului fluidului, condiționat de fluxul nestaționar (fluctuant).

Ambele documente subliniază faptul, că în fluxul de gaze apar pulsații (unde acustice), care influențează negativ calitatea măsurărilor volumelor de gaz. Sursele fluctuațiilor pot fi procesele dinamice din rețea - majorarea debitului, ruperea turbioanelor de pe suprafața diferitor asperități (suduri, cotituri, armături întredeschise) [1], loviturile de berbec [4], cât și elementele ei – diafragmele sistemelor de măsurare cu organ deprimogen [5], teurile, sectoarele cu flanșe oarbe, care formează „fluier” [1], dispozitivele de transvazare a gazelor dintre sistemele de transport cu diferite trepte de presiune [2]. Experimentele naturale automatizate au scos la iveală caracterul fluctuațiilor diferenței de presiuni la diafragme în sistemele industriale [2]. S-a stabilit că în acest

element au loc fluctuații de frecvență joasă, care conduc la eroarea măsurărilor  $\varepsilon = 2\%$  [5].

De menționat, că [3] nu recomandă amplasarea sistemelor de transvazare în spațiul din amonte al sistemelor de măsurare ale SMG, însă analiza pierderilor de gaze demonstrează că volumul lor sporește în raport cu volumul transvazărilor în sectorul în care sunt efectuate.

În articolul [1] se remarcă necesitatea investigării fiecărui sistem de măsurare pentru aprecierea erorii măsurării debitului în regim fluctuant de curgere a fluidelor, în baza schemei măsurării fluctuațiilor în sistemele de măsurare la uzina de tratare a gazelor de la Oremburg.

În articolul [4] se vorbește despre fluctuațiile parametrului fluxului de gaze, ca sursă a erorii sistematice suplimentare în sistemele de măsurare cu organ deprimogen. Ca urmare a funcției neliniare dintre debit, diferență de presiuni și alți parametri de măsurare a fluidului apare eroarea determinării debitului fluidului cu utilizarea valorilor medii ale diferenței de presiuni și a parametrilor fluidului  $(p, T, \rho)$  în perioada examinată de timp.

Sursa [2] stabilește următoarele tipuri de regimuri nestaționare a fluxului:

- cu pulsații de frecvență joasă  $10^{-4} < f_1 < 0,5\text{Hz}$ , prin care se subînțelege caracterul modificării parametrului fluxului, condiționat de regimul tehnologic de funcționare al conductei de măsurare, legat de regimul de furnizare și consum al fluidului;

- cu pulsații de frecvență medie  $0,5 < f_2 < 30\text{Hz}$ , se înregistrează în amonte de conducta de măsurare și sunt condiționate de proprietățile dinamice proprii ale conductei de măsurare;

- cu pulsații de înaltă frecvență  $f_3 > 30\text{Hz}$ , legate de efecte acustice și pulsații turbulente.

Dependența amplitudinii pulsației de frecvența pulsației parametrului fluxului  $\Delta p(\tau)$  poartă denumirea de spectru al frecvenței și amplitudinii pulsației parametrului  $(SFA \Delta p(\tau))$ .

$SFA \Delta p(\tau)$  include trei zone: frecvențe joase, medii și înalte, convențional divizate între ele cu valorile limită  $f_1, f_2$ . S-a convenit că valorile  $f_1, f_2$  corespund amplitudinii relative  $\tilde{A}1 = 0,14$ . Zonele cu frecvențe joasă și medie ale  $SFA \Delta p(\tau)$  se atribuie către partea reală a spectrului. Zona cu frecvență înaltă a spectrului poate include segmente cu frecvențe aparente, care nu sunt conforme modificării reale a debitului în timp, corespunzător variază și  $\Delta p(\tau)$ : ultimele pot fi cauzate de fenomenele de rezonanță în camerele de prelevare a

presiunii și în conductele de racordare până la traductorul de presiune diferențială [2].

În baza celor expuse poate fi făcută concluzia că există câteva metode de combatere a fluctuațiilor la stațiile de măsurare a gazelor, care presupun măsuri de lichidare a surselor pulsațiilor sau de reducere a amplitudinii pulsațiilor fluxului:

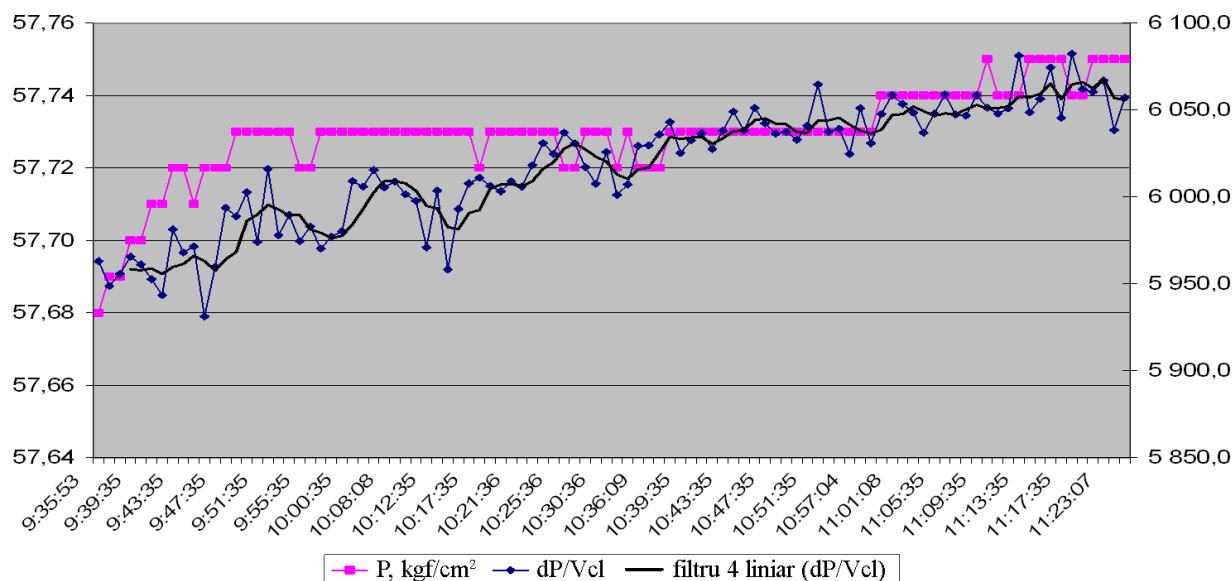
- instalarea dispozitivelor de diferite construcții de reglare a jetului, rezervoarelor de nivelare, filtrelor acustice. Fizic aceasta presupune utilizarea camerelor de circulație a gazelor. Aceste camere îndeplinesc funcția de filtre acustice de frecvență joasă și nu admit fluctuații de înaltă frecvență. Utilizarea acestor metode permit de a nivela fluctuațiile fluxului, dar nu le exclud integral și necesită cheltuieli capitale majore;

- introducerea corecției în rezultatele măsurărilor conform [2], formula **J4.11**, cu aplicarea coeficientului de corecție  $k_D$ , care exclude eroarea sistematică, recomandată de a fi calculată cu formula **J4.13**, iar  $U'_D$ , componenta ei, - cu formulele **J4.1...4.10**. Însă această variantă este dificil de realizat la SMG de frontieră;

- eroarea suplimentară sistematică a măsurării debitului fluxului de gaze fluctuant este cauzată de mijloacele de măsurare a presiunii și presiunii diferențiale, care au o inerție considerabilă, asigurând înregistrarea fluctuațiilor doar cu frecvența ce nu depășește 5Hz [1]. În [1] se remarcă că una din căile de rezolvare a problemei în cauză este folosirea traductoarelor de presiune și presiune diferențială cu interațiune sporită, care ar putea asigura înregistrarea fluctuațiilor în intervalul cu

frecvența 0...1000 Hz, deoarece puterea semnalului pulsațiilor nu depășește această valoare și este concentrată preponderent în intervalul 240...290 Hz. Spectrul menționat al frecvențelor fluctuațiilor fluxului se deosebește substanțial de frecvențele analizate de alți cercetători, spre exemplu 0...50 Hz [6];

Ne având posibilitate tehnică de a îndeplini măsurile menționate, am fixat și am analizat valorile instantanee ale diferenței de presiuni cu diferite amplitudini, înregistrate în calculator pentru intervalul stabilit de timp în diferite zile (figurile 6 și 7).



**Figura 6.** Valorile instantanee ale diferenței de presiuni cu diferite amplitudine, înregistrate în calculator pentru intervalul stabilit de timp în diferite zile.

Analiza datelor obținute demonstrează că una din sursele de creare a amplitudinilor valorilor diferenței de presiuni, care influențează nivelul pierderilor de gaze, este transvazarea gazelor în aval de SMG prin intermediul regulatorului de presiuni  $7,5MPa \times 5,5MPa$ .

Altă analiza efectuată confirmă existența unei analogii dintre legitatea majorării valorii pierderilor de gaze în perioada rece a anului și încărcarea

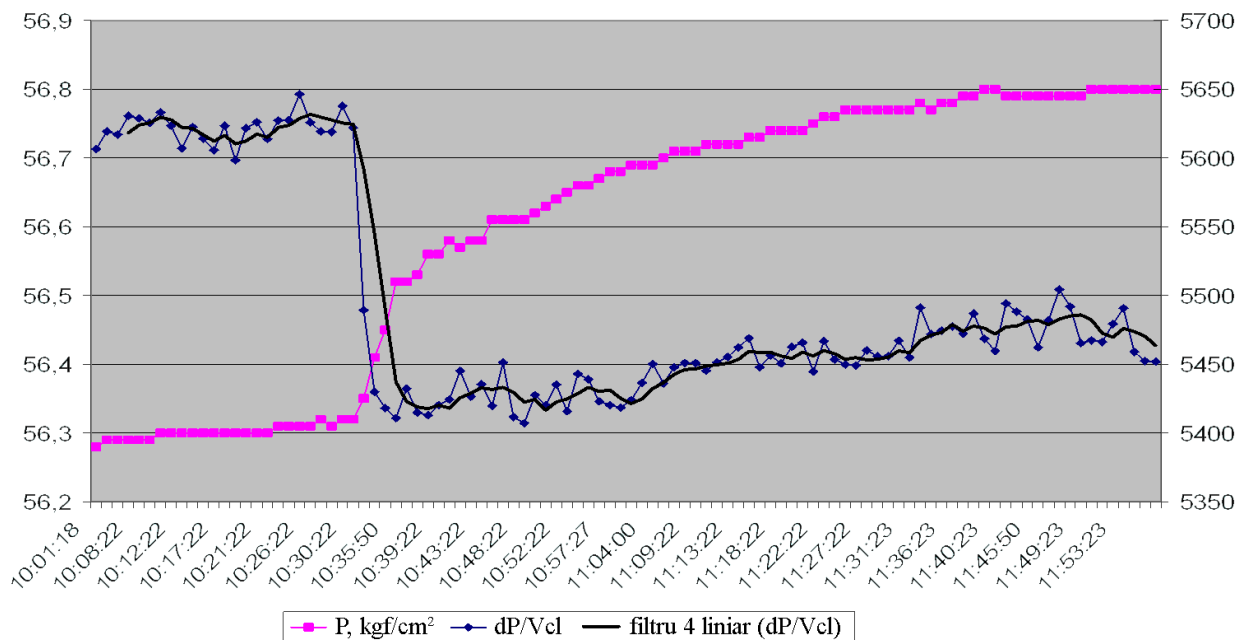
conductelor de măsurare a SMG, înregistrate în cadrul experimentelor descrise în [1].

Minimizarea pulsațiilor fluxului, care influențează nivelul pierderilor de gaze, poate fi obținută prin reducerea debitului fiecărei conducte de măsurare la valoarea  $Q \leq 0,5Q_{max}$  [1]. După cum s-a menționat anterior, în scopul asigurării posibilității îndeplinirii acestei măsuri pentru 2008 este prevăzută reconstrucția SMG Grebenichi cu

montarea a două conducte de măsurare suplimentare în sistemul ATI, identice celor existente.

Suplimentar s-a observat că volumul pierderilor crește cu majorarea volumului transvazărilor de gaze dintr-un sistem în altul și cu sporirea diferenței de presiuni la diafragmă, legată de prelevările periodice majore de gaze din

conducta din aval de SMG (reducerea rezervelor de gaze din sistemul de transport în sectorul moldovenesc). Se remarcă că până în prezent nu s-a examinat influența funcționării regulatorului de presiune asupra preciziei măsurărilor volumelor de gaze la SMG.



**Figura 7.** Valorile instantanee ale diferenței de presiuni cu diferite amplitudini, înregistrate în calculator pentru intervalul stabilit de timp în diferite zile.

În scopul alegerii metodei de anihilare a pulsațiilor fluxului în fiecare caz este necesar de a aprecia prin încercări valoarea amplitudinii pulsațiilor fluxului, lucru cărui îi vom consacra următoarea etapă de cercetări.

### Bibliografie

1. **Eremin S.** (Gazprom-avtomatika), **Cernov V.** (Oreburg-Gazprom), **Deseatkin Iu.** (Volga-Ural NIPGaz). *Izmerenie pul'saczii rashoda gaza.*
2. GOST 8.586.6-2005. *Izmerenie rashoda i kollichestva zhidcostei i gazov s pomoshchiu standartnyh sujayushchih ustrojstv. Metodika vypolneniya izmerenij". Prilozhenie J „Izmerenie kollichestva sredy pri nestacionarnom potoke”.*
3. ISO/TR 3313. *Izmerenie potoka sredy v zacrytyh truboprovodah. Rukovodstvo po uchetu vliyaniya pul'saczij potoka na sredsto izmerenii.*
4. **Fochin A.** (Mostransgaz), **Zaseczii V.** (VNIlgaz). *Izmerenie rashoda gaza na gazoraspredelitel'nyh i gazoizmeritel'nyh stancziyah. Gazovaya Promyshlennost' nr.2, 2007.*

**5. Fafurin V.** *Gidrodinamika i razdelitel'naya sposobnost' tecenii v gidrodinamicheskikh ustrojstvah i apparatah. Avtoreferat dissertaczii na soiskanii uchennoj stepeni doctora tehniceskix nauk. Kazani 2003.*

**6. Metodicheskie rekomendachii po izmereniu pulsiruyushchih rashodov gaza v gazotransportnyh sistemah. M.:VNIlgaz, 1985.**