

ORDIN nr. 72/04.05.2022
pentru aprobarea Regulamentului privind stocarea gazelor naturale
în sistemul de transport al gazelor naturale

Având în vedere prevederile:

- art. 130 alin. (1) lit. a) și alin. (2) lit. g), precum și ale art. 178 alin. (9) din Legea energiei electrice și a gazelor naturale nr. 123/2012, cu modificările și completările ulterioare;
- art. III din Legea nr. 155/2020 pentru modificarea și completarea Legii energiei electrice și a gazelor naturale nr. 123/2012 și privind modificarea și completarea altor acte normative,

în temeiul dispozițiilor art. 5 alin. (1) lit. c) și ale art. 10 alin. (1) lit. q) din Ordonanța de Urgență a Guvernului nr. 33/2007 privind organizarea și funcționarea Autorității Naționale de Reglementare în Domeniul Energiei, aprobată cu modificări și completări prin Legea nr. 160/2012, cu modificările și completările ulterioare,

președintele Autorității de Reglementare în Domeniul Energiei, emite prezentul ordin

Art. 1. - Se aprobă Regulamentul privind stocarea gazelor naturale în sistemul de transport al gazelor naturale, prevăzut în anexa care face parte integrantă din prezentul ordin.

Art. 2. - Operatorul de transport și de sistem duce la îndeplinire dispozițiile prezentului ordin iar entitățile organizatorice din cadrul Autorității Naționale de Reglementare în Domeniul Energiei urmăresc respectarea acestora.

Art. 3. - Prezentul ordin se publică în Monitorul Oficial al României, Partea I.

Președinte
DUMITRU CHIRIȚĂ

**Regulamentul privind stocarea gazelor naturale
în sistemul de transport al gazelor naturale**

Capitolul I. - Dispoziții generale

Secțiunea 1. - Scopul, obiectul și domeniul de aplicare

Art. 1. - (1) Prezentul regulament are drept scop:

- a) asigurarea din punct de vedere tehnic a unui cadru unitar și transparent cu privire la stocarea gazelor naturale în conductele de transport aferente sistemului de transport al gazelor naturale;
- b) stabilirea condițiilor tehnice necesar a fi îndeplinite de conductele de transport, existente în sistemul de transport al gazelor naturale, ce urmează să fie utilizate pentru stocarea gazelor naturale.

(2) Obiectul prezentului regulament cuprinde:

- a) modalitățile de stocare a gazelor naturale:
 - (i) stocarea gazelor naturale în sistemul de transport al gazelor naturale;
 - (ii) stocarea gazelor naturale în conducta de transport al gazelor naturale;
 - (iii) stocarea gazelor naturale în distribuitoare inelare de presiune înaltă;
 - (iv) stocarea gazelor naturale în rezervoare metalice supraterane;
- b) calculul energiei gazelor naturale existente în conductele de transport aferente ST;
- c) monitorizarea ST.

Art. 2. - (1) Prezentul regulament se aplică de operatorul de transport și de sistem în situația în care este necesară stocarea gazelor naturale în conductele de transport aferente ST.

(2) Prezentul regulament nu se aplică de:

- a) operatorul de înmagazinare a gazelor naturale în vederea desfășurării activității de stocare a gazelor naturale în instalațiile utilizate pentru înmagazinarea gazelor naturale, deținute și/sau exploatate de acesta;
- b) operatorul sistemului de distribuție a gazelor naturale în vederea desfășurării activității de stocare a gazelor naturale în conductele de distribuție aferente sistemului de distribuție a gazelor naturale;
- c) operatorul terminalului GNL în vederea desfășurării activității de stocare a gazelor naturale în instalațiile proprii GNL.

Secțiunea 2. - Abrevieri, termeni și expresii

Art. 3. - În sensul prezentului regulament sunt definite următoarele abrevieri

- a) ANRE – Autoritatea de Reglementare în Domeniul Energiei;
- b) GNL – gaze naturale lichefiate;
- c) LP – line-pack;
- d) LOTS – licență pentru activitatea de operare a sistemului de transport al gazelor naturale;
- e) OTS – operatorul de transport și de sistem al gazelor naturale,
- f) ST - sistemul de transport al gazelor naturale.

Art. 4. - (1) În sensul prezentului regulament, termenii și expresiile utilizați/utilizate se definesc după cum urmează:

- a) acvifer – zăcămintul subteran permeabil saturat care poate fi dulce sau mineralizat, orizontal sau puțin înclinat, în care pot fi înmagazinate gaze naturale la presiuni maxime de injecție;
- b) capacitatea de stocare – volumul maxim de gaze naturale care se poate stoca într-o conductă de transport a gazelor naturale;
- c) capacitatea de transport – volumul maxim de gaze naturale vehiculat printr-o conductă de transport a gazelor naturale sau ST, în funcție de caz;
- d) conducta de transport – ansamblul format din conducte, inclusiv instalațiile, echipamentele și dotările aferente, care funcționează în principal în regim de înaltă presiune, prin care se asigură transportul gazelor naturale, conform prevederilor art. 100 pct. 33 din Lege;
- e) condiții normale - condițiile în care temperatura gazelor naturale este de $T_0=273,15K^1$ și presiunea gazelor naturale este $p_0=1,01325*10^5 Pa^2$;
- f) condiții standard - condițiile în care temperatura gazelor naturale este de $T_s=288,15K$ și presiunea gazelor naturale este $p_s=1,01325*10^5 Pa$;
- g) debit nominal de gaze naturale – cantitatea de gaze naturale măsurată, în condiții standard de presiune și temperatură a gazelor naturale; exprimat în $[m^3/h]$;
- h) dispecerizare - activitatea desfășurată de OTS cu privire la echilibrarea permanentă și operativă, la nivelul ST, a cantităților de gaze naturale intrate și/sau ieșite în/din ST, la parametrii rezultați din obligațiile de livrare, precum și luarea măsurilor de limitare a efectelor situațiilor excepționale, cum ar fi: temperaturi foarte scăzute, calamități naturale, avarii majore și altele asemenea, prin folosirea de mijloace specifice;

¹ În Sistem Internațional unitatea de măsură pentru temperatură este gradul Celsius – „°C” sau unitatea Kelvin – „K”

² În Sistem Internațional unitatea de măsură pentru presiune este Pascal – „Pa”, iar în unități tehnice este bar – „bar”

- i) line-pack – volumul total sau cantitatea de gaze naturale existent/ă în conductele de transport aferente ST la un moment dat;
 - j) Lege - Legea energiei electrice și a gazelor naturale nr. 123/2012, cu modificările și completările ulterioare;
 - k) regimul de înaltă presiune – domeniul în care presiunea gazelor naturale este mai mare de $6 \cdot 10^5$ Pa;
 - l) stocarea – procesul ciclic de depozitare, care constă în injecția și extracția unor cantități de gaze naturale în/din spații etanșe, respectiv rezervoare, recipiente și alte asemenea, la diferite presiuni și temperaturi a gazelor naturale;
 - m) stocarea în conductă – stocarea cantităților de gaze naturale prin compresie în sistemul de transport al gazelor naturale, dar excluzând cantitățile rezervate de OTS pentru îndeplinirea atribuțiilor acestuia, conform prevederilor art. 100 pct. 86 din Lege;
 - n) zăcământul de hidrocarburi depletat – zăcământul consumat/epuizat de gaze naturale, în care presiunea gazelor naturale din zăcământ a scăzut neputând asigura debitul sondei de extracție a gazelor naturale.
- (2) Termenii și expresiile prevăzuți/prevăzute la alin. (1) se completează cu termenii și expresiile definiți/definite în Lege și în legislația aplicabilă în sectorul gazelor naturale.

Capitolul II. - Modalitățile de stocare a gazelor naturale

Secțiunea 1. - Informații generale

Art. 5. - (1) Stocarea gazelor naturale în conducta de transport este necesară pentru satisfacerea cererilor de gaze naturale pe termen scurt.

(2) Prin activitatea desfășurată de OTS în baza LOTS, acesta monitorizează, în principal, următoarele informații aferente ST, pentru acoperirea variațiilor orare de consum de gaze naturale aferente ST:

- a) capacitatea de transport a ST operat;
- b) variația presiunilor gazelor naturale înregistrate orar în ST, atât la ieșirea din ST, cât și la intrarea acestora în ST;
- c) temperatura gazelor naturale;
- d) calitatea gazelor naturale;
- e) caracteristicile tehnice ale conductelor de transport aferente ST;
 - (i). debitul vehiculat de gaze naturale prin conductele de transport;
 - (ii). diametrul interior al fiecărei conducte de transport;
 - (iii). lungimea fiecărei conducte de transport;

- f) funcționarea stațiilor de comprimare din ST;
- g) starea fizică a conductelor de transport aferente ST;
- h) echilibrarea operațională a ST.

Secțiunea 2. - Stocarea gazelor naturale în sistemul de transport al gazelor naturale

Art. 6. - În urma desfășurării activității de dispecerizare ST, OTS poate constata variații ale consumului de gaze naturale, respectiv:

- a) variații orare;
- b) variații diurne;
- c) variații sezoniere.

Art. 7. - Pentru acoperirea variațiilor orare de consum de gaze naturale din ST, prevăzute la art. 6 lit. a), OTS poate folosi una din următoarele metode:

- a) stocarea gazelor naturale în conductele de transport al gazelor naturale;
- b) stocarea gazelor naturale în conductele inelare de transport al gazelor naturale, denumite și distribuitoare inelare de presiune înaltă;
- c) stocarea gazelor naturale în rezervoare metalice supraterane.

Art. 8. - Pentru acoperirea variațiilor diurne și sezoniere de consum de gaze naturale din ST, prevăzute la art. 6 lit. b) și c), OTS poate folosi una din următoarele metode:

- a) înmagazinarea subterană a gazelor naturale în zăcăminte de hidrocarburi depletate sau în acvifere;
- b) crearea de depozite supraterane sau subterane de GNL;
- c) dotarea conductelor de transport cu stații intermediare de recomprimare a gazelor naturale;
- d) interconectarea sistemelor de transport al gazelor naturale.

Secțiunea 3. - Stocarea gazelor naturale în conducta de transport

Art. 9. - Stocarea gazelor naturale în conductele de transport aferente ST, prevăzută la art. 7 lit. a), este o metodă care poate fi folosită de OTS pentru preluarea variațiilor orare de consum de gaze naturale, precum și pentru echilibrarea operațională a ST, în cadrul unei zile gaziere.

Art. 10. - (1) Stocarea gazelor naturale în conductele de transport se realizează prin:

- a) vehicularea unor cantități de gaze naturale din depozitele de înmagazinare, în perioada ciclului de extracție, în conductele de transport, care pot fi folosite și ca rezervoare de stocare;
- b) comprimarea unor cantități de gaze naturale în conductele de transport aferente ST.

(2) Asigurarea cantităților de gaze naturale necesare stocării gazelor naturale se realizează prin:

- a) dispecerizarea elementelor constructive, respectiv dispecerizarea nodurilor tehnologice sau a stațiilor de comandă vane, care cuprind conducte de transport aferente ST și care pot fi folosite pentru stocare;
- b) manevrarea armăturilor de secționare reglabile aflate pe conducta de transport, unde se realizează stocarea.

Art. 11. - Capacitatea de stocare a unei conducte de transport este:

- a) cu atât mai mare cu cât presiunea gazelor naturale la intrarea în conducta de transport este mai mare și cu cât volumul acesteia este mai mare;
- b) o consecință a proprietăților fizice a gazelor naturale din conductele de transport în care fluxul acestora poate varia în funcție de diferența de presiune.

Art. 12. - În intervalul de timp în care se face stocarea gazelor naturale în conducta de transport, capacitatea de stocare a acesteia se diminuează pe măsură ce presiunea gazelor naturale la capătul final al conductei crește și presiunea la capătul inițial al conductei de transport rămâne aceeași.

Art. 13. - (1) Pentru a stoca gazele naturale în conductele de transport aferente ST, OTS gestionează zilnic următoarele informații:

- a) diametrele interioare ale conductelor de transport;
- b) presiunile maxime și minime de operare a gazelor naturale din conductele de transport;
- c) cantitatea totală de gaze naturale existentă în conductele de transport aferente ST, în condiții de lucru;
- d) estimarea cantității de gaze naturale ce poate fi stocată în conductele de transport aferente ST;
- e) variația maximă și minimă a presiunii gazelor naturale la intrarea și la ieșirea din conductele de transport;
- f) variația debitelor de gaze naturale intrate și ieșite din conductele de transport.

(2) Condițiile tehnice de stocare în conducta de transport se stabilesc de OTS în baza informațiilor prevăzute în fișele tehnice ale fiecărei conducte de transport.

(3) Fișa tehnică, prevăzută la alin. (2), conține, în principal, informații cu privire la estimarea pertinentă a rezistenței mecanice a materialului tubular și a componentelor de tip special care intră în componența conductei de transport, respectiv:

- a) caracteristicile tehnice ale conductelor de transport aferente ST;
 - (i). diametrul interior;
 - (ii). lungimea;
- b) presiunea maximă de operare a gazelor naturale;

c) unitățile de clasă de locație demarcate pe traseul conductei de transport și clasele de locație asociate acestora;

d) anul punerii în funcțiune a conductei de transport.

(4) Presiunea maximă de operare a gazelor naturale într-o conductă de transport, prevăzută la alin. alin. (1) lit. b) și la alin. (3) lit. b), este presiunea maximă la care poate funcționa o conductă în condiții de siguranță; aceasta este mai mică sau egală cu presiunea de proiectare a conductei de transport.

(5) Presiunea minimă de operare a gazelor naturale într-o conductă de transport, prevăzută la alin. (1) lit. b), este presiunea minimă necesară la care poate funcționa o conductă de transport în condiții de siguranță, pentru alimentarea cu gaze naturale a clienților.

Art. 14. - Volumul total de gaze naturale existent în conductele de transport aferente ST se calculează în conformitate cu prevederile art. 47.

Secțiunea 4. - Stocarea gazelor naturale în distribuitoare inelare de presiune înaltă

Art. 15. - Stocarea gazelor naturale, prevăzută la art. 7 lit. b), este o metodă care poate fi folosită de OTS pentru preluarea variațiilor orare de consum de gaze naturale, precum și pentru echilibrarea operațională a ST, în cadrul unei zile gaziere și care presupune interconectarea unor conducte de transport a gazelor naturale într-o conductă inelară de transport, cu diametru mai mare, amplasată în afara perimetrului de consum gaze naturale.

Art. 16. - În situația în care debitul de gaze naturale necesar pentru acoperirea vârfurilor de consum este mai mare decât debitul maxim al unei conducte de transport, se recomandă folosirea distribuitorului inelar de presiune înaltă, prevăzut la art. 7 lit. b).

Art. 17. - Mai multe conducte de transport gaze naturale, venite din zone diferite, pot fi interconectate printr-un distribuitor inelar de presiune înaltă, respectiv o conductă inelară de transport, cu diametru mare, amplasată în afara perimetrului de consum.

Art. 18. - OTS poate folosi distribuitorul inelar prevăzut la art. 17 pentru:

- a) asigurarea continuității consumului de gaze naturale;
- b) creșterea eficiență a capacităților de transport a conductelor aferente ST;
- c) mărirea cantității de gaze naturale stocate în conductele de transport pe timpul nopții;
- d) satisfacerea vârfurilor de consum de gaze naturale de a doua zi;
- e) creșterea siguranței în exploatare; în cazul apariției unei defecțiuni pe o conductă de transport, alimentarea cu gaze naturale totală sau parțială a unor consumatori se realizează prin celelalte conducte de transport aflate în funcțiune.

Art. 19. - Distribuitorul inelar de presiune înaltă prevăzut la art. 17, este prezentat în figura nr. 1.

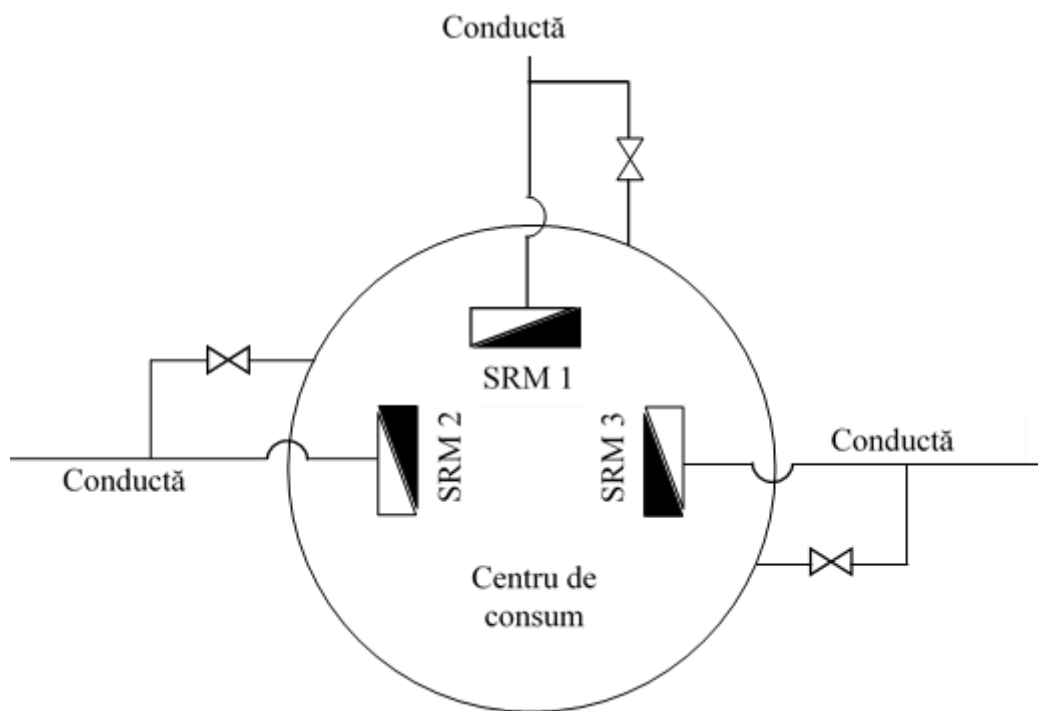


Figura nr. 1

Secțiunea 5. - Stocarea gazelor naturale în rezervoare metalice supraterane

Art. 20. - Stocarea gazelor naturale, prevăzută la art. 7 lit. c), este o metodă care poate fi folosită de OTS pentru preluarea variațiilor orare de consum de gaze naturale, precum și pentru echilibrarea operațională a ST, în cadrul unei zile gaziere și care presupune implementarea unei investiții într-un parc de rezervoare metalice, în condiții de eficiență economică raportat la specificul activității de stocare a OTS.

Art. 21. - (1) Rezervoarele metalice supraterane, prevăzute la art. 7 lit. c), pot fi:

- a) umede sau cu etanșare hidrolică;
- b) uscate sau cu etanșare uscată.

(2) Rezervoarele metalice supraterane, prevăzute la alin. (1) lit. b) sunt mai avantajoase decât cele umede, prevăzute la alin. (1) lit. a), pentru că acestea nu cresc umiditatea gazelor naturale și nu îngheață iarna.

(3) Rezervoarele metalice supraterane, prevăzute la alin. (1) lit. b), au formă cilindrică și pot fi montate vertical sau orizontal.

Art. 22. - Presiunea de stocare a gazelor naturale corespunzătoare unui volum optim se calculează utilizând ecuația de stare a gazelor:

$$p_0 \times V_0 = C_m \times Z_0 \times R \times T_0,$$

$$p \times V = C_m \times Z \times R \times T,$$

unde:

- C_m – cantitatea de gaze naturale din recipient, [kg];
- p_0 – presiunea gazelor naturale, în condiții normale, [Pa]; $p_0 = 1,01325 \times 10^5 \text{ Pa}$;
- V_0 – volumul optim de gaze naturale, în condiții normale, [m³];
- Z_0 – factorul de compresibilitate a gazelor perfecte, $Z_0 = 1$;
- R – constanta generală a gazelor naturale, [J/kgK];
- T_0 – temperatura gazelor naturale, în condiții normale, [K]; $T_0 = 273,15 \text{ K}$;
- p – presiunea de stocare a gazelor naturale, în condiții de lucru, [Pa];
- V – volumul gazelor naturale, în condiții de lucru, [m³];
- Z – factorul de compresibilitate, [adimensional];
- T – temperatura gazelor naturale, [K].

Art. 23. - (1) Volumul de gaze naturale V_0 ce poate fi stocat într-un rezervor metalic suprateran, la presiunea de lucru p , se calculează cu formula:

$$\frac{V_0}{V} = \frac{1}{Z} \times \frac{T_0}{T} \times \frac{p}{p_0} \text{ sau } V_0 = V \times \frac{1}{Z} \times \frac{T_0}{T} \times \frac{p}{p_0} = f\left(\frac{1}{Z}\right)$$

(2) Reprezentarea grafică a formulei prevăzută la alin. (1) este redată în figura nr. 2.

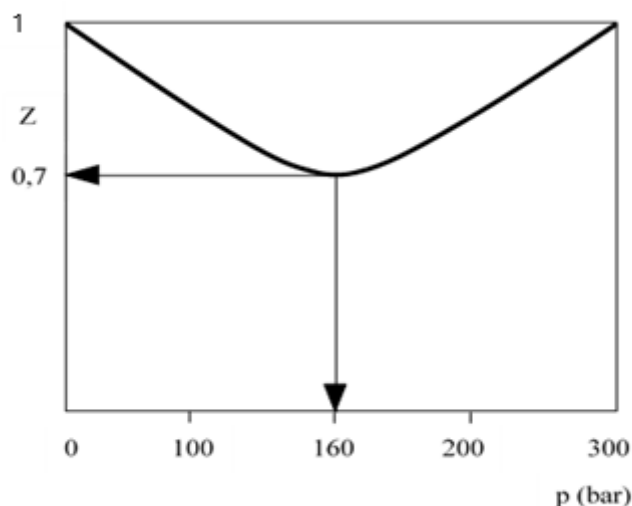


Figura nr. 2

(3) Volumul maxim de gaze naturale ce poate fi stocat într-un rezervor metalic suprateran corespunde presiunii gazelor naturale egale de 160 bar, conform reprezentării grafice prevăzute la alin. (2), ceea ce implică utilizarea unor compresoare speciale pentru încărcarea acestora.

Art. 24. - (1) Capacitatea necesară a rezervoarelor metalice supraterane se calculează în baza graficului de consum zilnic de gaze naturale.

(2) Capacitatea de lucru a unui rezervor metalic suprateran se calculează cu formula:

$$C = V_r \times \frac{p_i - p}{p_0},$$

unde:

- C – capacitate de lucru a unui rezervor metalic suprateran, [m³];
- V_r – volumul geometric al rezervorului metalic suprateran, [m³];
- p_i – presiunea maximă de lucru a gazelor naturale din rezervorul metalic suprateran, [Pa];
- p – presiunea gazelor naturale la intrare în rezervor metalic suprateran, [Pa];
- p_0 – presiunea gazelor naturale, în condiții normale, [Pa]; $p_0 = 1,01325 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.

(3) Capacitatea de lucru, prevăzută la alin. (2), poate fi:

- a) utilizată integral, în momentul în care presiunea gazelor naturale din rezervorul metalic suprateran scade până la presiunea de intrare a gazelor naturale în rezervor, respectiv $p_i = p$ și $C = 0$;
- b) utilizată parțial, în momentul în care presiunea gazelor naturale din rezervorul metalic suprateran scade până la o presiune a gazelor naturale mai mare decât presiunea de intrare a gazelor naturale în rezervor, respectiv $p_f > p$ și $C = V_r \times \frac{p_i - p_f}{p_0}$.

(4) Volumul de gaze naturale extras din rezervorul metalic suprateran corespunde capacității de lucru a acestuia, respectiv:

$$V_e = C,$$

- V_e - volumul de gaze naturale extras din rezervorul metalic suprateran, [m³];
- C – capacitate de lucru a unui rezervor metalic suprateran, [m³].

(5) Coeficientul de utilizare a capacității de lucru a unui rezervor metalic suprateran reprezintă raportul dintre volumul de gaze naturale extras din rezervorul metalic suprateran și capacitatea de lucru a acestuia, respectiv:

$$K_u = \frac{V_e}{C} = \frac{p_i - p_f}{p_i - p},$$

unde:

- K_u - coeficientul de utilizare a capacității de lucru a unui rezervor metalic suprateran, [adimensional];

- V_e - volumul de gaze naturale extras din rezervorul metalic suprateran, [m³];
- C – capacitate de lucru a unui rezervor metalic suprateran, [m³];
- p_i – presiunea maximă de lucru a gazelor naturale din rezervorul metalic suprateran, [Pa];
- p_f – presiunea gazelor naturale la un moment dat în rezervorul metalic suprateran, [Pa];
- p – presiunea gazelor naturale la intrare în rezervorul metalic suprateran, [Pa].

Capitolul III. - Calculul energiei gazelor naturale existente în conductele de transport aferente ST

Secțiunea 1. - Informații generale

Art. 25. - OTS are obligația să asigure:

- a) echilibrul fizic rezidual al ST, respectiv să asigure programarea, dispecerizarea și funcționarea ST în condiții de siguranță, conform prevederilor art. 130 alin. (1) lit. a) din Lege.
- b) achiziția gazelor naturale pentru cantitățile necesare operării și asigurării echilibrului fizic al ST, conform prevederilor art. 130 alin. (1) lit. j) din Lege.

Art. 26. - Dispecerizarea ST, prevăzută la art. 25 lit. a), se realizează de OTS prin desfășurarea unei activități specifice de echilibrare permanentă și operativă a cantităților de gaze naturale intrate și, respectiv, ieșite în/din ST.

Art. 27. - OTS aprovizionează cu gaze naturale ST, ținând cont atât de considerentele economice, cât și de cele operaționale ale acestuia.

Art. 28. - OTS calculează LP având în vedere variația presiunilor gazelor naturale măsurate în diferite puncte ale SNT și utilizând un model de calcul hidraulic.

Secțiunea 2. - Aspecte teoretice privind calculul volumului total de gaze naturale existent într-o conductă de transport

Art. 29. - Modelul de calcul hidraulic, prevăzut la art. 28, ia în considerare următoarele ipoteze simplificatoare de calcul:

- a) regimul de curgere staționar a gazelor naturale prin ST; situație în care presiunea gazelor naturale este constantă, nu are variații în timp;
- b) procesul izoterm, respectiv temperatura gazelor naturale este constantă;
- c) compoziția constantă a gazelor naturale pe ST egală cu media compozițiilor gazelor naturale la punctele de intrare în ST, ponderată cu debitele măsurate la aceste puncte. În baza acestei compoziții se consideră cunoscuți următorii parametri de calitate ai gazului: densitatea gazului ρ_s în condiții standard, densitatea ρ_n în condiții normale, presiunea critică p_{cr} și temperatura critică T_{cr} .

Art. 30. - (1) Volumul de gaze naturale dintr-o conductă de transport, prezentată în figura nr. 3, în condițiile prevăzute la art. 29, se calculează cu formula:

$$LP_i = \frac{C_{mi}}{\rho_s},$$

unde:

- LP_i – volumul gazelor naturale din conducta de transport „i”, în condiții standard, [m³];
- C_{mi} – cantitatea de gaze naturale din conducta de transport „i”, [kg];
- ρ_s – densitatea gazelor naturale, în condiții standard, [kg/m³];

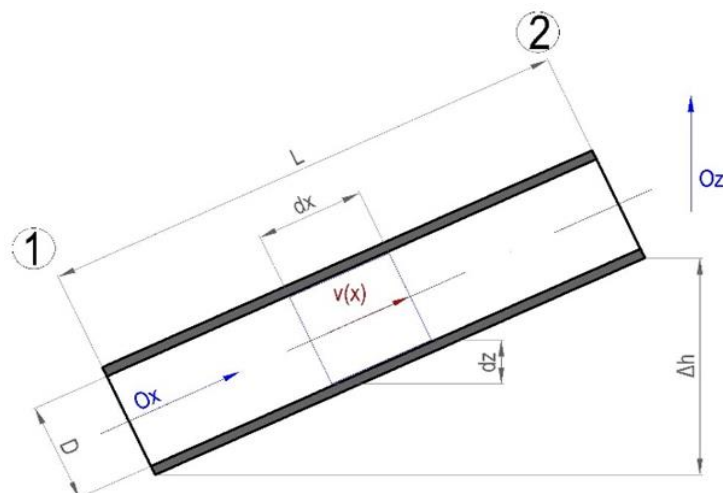


Figura nr. 3

(2) Temperatura gazelor naturale în conducta de transport „i” este constantă $T(x) = T_{med}$.

(3) Ecuația de conservare a masei este dată de formula:

$$\frac{d(\rho \times v)}{dx} = 0.$$

unde:

- ρ – densitatea gazelor naturale, [kg/m³];
- v – viteza de curgere a gazelor naturale, [m/s].

(4) Ecuația de mișcare a gazelor naturale este dată de formula:

$$\frac{dp}{dx} + v^2 \times \frac{d\rho}{dx} + \rho \times g \times \sin(\alpha) + \frac{\lambda |v| v}{2D} \times \rho = 0,$$

unde:

- p – presiunea gazelor naturale, [Pa];
- ρ – densitatea gazelor naturale, [kg/m³];
- dx – elementul de lungime, [m];
- g – accelerația gravitațională a gazelor naturale, [m/s²]; $g = 9,81 \text{ m/s}^2$;

- α – unghiul de înclinație al conductei de transport: $\sin(\alpha) = \frac{dz}{dx}$;
- v – viteza de curgere a gazelor naturale, [m/s];
- D – diametrul interior al conductei de transport, [m]
- λ – coeficientul de frecare hidraulică, [adimensional].

(5) Ecuația de stare a gazelor naturale este dată de formula:

$$\rho = \frac{p}{Z \cdot R_g \cdot T}$$

unde:

- ρ – densitatea gazelor naturale, [kg/m³];
- p – presiunea gazelor naturale, [Pa];
- Z – factorul de compresibilitate, [adimensional], în funcție de presiunea $p(x)$ și temperatura T_{med} a gazelor naturale;
- R_g – constanta specifică a gazelor naturale, [J/kg K];
- T – temperatura gazelor naturale, [K].

Art. 31. - Rezolvarea ecuațiilor prevăzute la art. 30 alin. (3) ÷ (5), pentru aflarea distribuțiilor spațiale $p(x)$, $\rho(x)$, $v(x)$ ale mărimilor caracteristice procesului de curgere a gazelor naturale de-a lungul conductei de transport „i”, se realizează numai prin metode numerice și necesită cunoașterea unor seturi de valori limită pe extremitățile conductei, ale căror mărimi caracteristice sunt:

- $p(1), \rho(2), v(2);$
- $p(2), \rho(1), v(1).$

Art. 32. - Cantitatea de gaze naturale existentă într-un element de volum din conducta de transport „i” este cantitatea elementară de gaze naturale care se calculează cu formula:

$$\begin{aligned} dm_i &= \rho(x) \times dV_i, \\ dV_i &= A_i \times dx_i, \\ A_i &= \frac{\pi \times D_i^2}{4}, \\ dm_i &= A_i \times \frac{p(x)}{Z(p(x), T_{med_i}) \times R_g \times T_{med_i}} \times dx_i, \end{aligned}$$

unde:

- dm_i - cantitatea elementară de gaze naturale a unui element de volum din conducta de transport „i”, [kg];
- $\rho(x)$ – densitatea gazelor naturale, [kg/m³];
- dV_i – elementul de volum, [m³];
- dx_i – elementul de lungime, [m];

- A_i - aria secțiunii de curgere a gazelor naturale prin conducta de transport „ i ”, [m²];
- D_i – diametrul interior al conductei de transport „ i ”, [m];
- $p(x)$ – presiunea gazelor naturale, [Pa];
- Z – factorul de compresibilitate, [adimensional], în funcție de presiunea $p(x)$ și temperatura T_{med_i} a gazelor naturale;
- R_g – constanta specifică a gazelor naturale, [J/kg K];
- T_{med_i} – temperatura medie a gazelor naturale din conducta de transport „ i ”, [K].

Art. 33. - Prin însumarea cantităților elementare de gaze naturale dm_i , prevăzute la art. 32, din întregul volum al conductei de transport „ i ”, prevăzut la art. 30 alin. (1), se obține cantitatea de gaze naturale existentă în conductă:

$$C_{mi} = \int_{(1)}^{(2)} dm_i = A_i \times \int_0^L \rho(x) \times dx_i,$$

$$C_{mi} = A_i \times \int_0^L \frac{p(x)}{Z(p(x), T_{med_i}) \times R_g \times T_{med_i}} \times dx_i,$$

unde,

- C_{mi} – cantitatea de gaze naturale existentă în conducta de transport „ i ”, [kg].

Art. 34. - Prin intermediul unui program de calcul hidraulic se implementează metoda numerică prevăzută la art. 31 care descrie procesul de curgere staționară a gazelor naturale, inclusiv posibilitățile de selectare a diferitelor formule de calcul al parametrilor procesului de curgere: factor de compresibilitate, coeficientul de frecare hidraulică etc.

Art. 35. - Unul din rezultatele calculelor hidraulice efectuate cu programul prevăzut la art. 34 îl constituie și volumul de gaze naturale existent în ST.

Art. 36. - (1) O ipoteză suplimentară simplificatoare de calcul este aceea în care conducta de transport „ i ” se consideră în poziție orizontală, $\Delta h = 0$, iar viteza de curgere a gazelor naturale este mult mai mică decât viteza sunetului, ceea ce face ca termenul $v^2 \frac{d\rho}{dx}$ din ecuația de mișcare, prevăzută la art. 30 alin. (4), să fie nesemnificativ.

(2) Cantitatea de gaze naturale din conducta de transport „ i ”, prevăzută la alin. (1), se calculează cu formula:

$$C_{mi} = A_i \times L_i \times \frac{p_{med_i}}{Z_{med_i} \times R_g \times T_{med_i}}$$

- C_{mi} - cantitatea de gaze naturale din conducta de transport „ i ”, [kg];
- A_i - aria secțiunii de curgere a gazelor naturale prin conducta de transport „ i ”, [m²];
- L_i – lungimea conductei de transport „ i ”, [m];
- p_{med_i} – presiunea medie a gazelor naturale din conducta de transport „ i ”, [Pa];

- Z_{med_i} – factorul de compresibilitate mediu, [adimensional], în funcție de presiunea p_{med_i} și temperatura T_{med_i} a gazelor naturale;
- R_g – constanta specifică a gazelor naturale, [J/kg K];
- T_{med_i} – temperatura medie a gazelor naturale din conducta de transport „i”, [K].

Art. 37. - În situația în care sunt cunoscute presiunile de intrare și de ieșire a gazelor naturale în/din conducta de transport „i”, respectiv p_{i1} și p_{i2} , volumul de gaze naturale, în condiții standard, existent în conducta de transport, se calculează cu formula:

$$LP_i = \frac{C_{mi}}{\rho_s} = A_i \times L_i \times \frac{p_{med_i}}{\rho_s} \times \frac{1}{R_g} \times \frac{1}{Z_{med_i}} \times \frac{1}{T_{med_i}},$$

unde:

- LP_i - volumul de gaze naturale existent în conducta de transport „i”, [m³];
- C_{mi} - cantitatea de gaze naturale existentă în conducta de transport „i”, [kg];
- ρ_s – densitatea gazelor naturale, în condiții standard, [kg/m³];
- A_i - aria secțiunii de curgere a gazelor naturale prin conducta de transport „i”, [m²];
- L_i – lungimea conductei de transport „i”, [m];
- p_{med_i} – presiunea medie a gazelor naturale din conducta de transport „i”, [Pa];
- R_g – constanta specifică a gazelor naturale, [J/kg K];
- T_{med_i} – temperatura medie a gazelor naturale, [K];
- Z_{med_i} – factorul de compresibilitate mediu, [adimensional], în funcție de presiunea p_{med} și temperatura T_{med} a gazelor naturale;
- T_s – temperatura gazelor naturale, în condiții standard, [K], $T_s = 288,15K$.

Art. 38. - Presiunea medie a gazelor naturale din conducta de transport „i”, prevăzută la art. 36 alin. (2) și art. 37, se calculează cu formula:

$$p_{med_i} = \frac{2}{3} \left(p_{i1} + \frac{p_{i2}^2}{p_{i1} + p_{i2}} \right),$$

unde:

- p_{med_i} – presiunea medie a gazelor naturale din conducta de transport „i”, [Pa];
- p_{i1} – presiunea gazelor naturale la intrarea în conducta de transport „i”, [Pa];
- p_{i2} – presiunea gazelor naturale la ieșirea din conducta de transport „i”, [Pa].

Art. 39. - Constanta specifică a gazelor naturale, prevăzută la art. 36 alin. (2) și art. 37, se calculează cu formula:

$$R_g = \frac{R}{V_m \times \rho_n}$$

unde:

- R_g – constanta specifică a gazelor naturale, [J/kg K];

- R - constanta generală a gazelor naturale, [J/kmol K]; $R = 8314 \text{ J/kmol K}$;
- V_m – volumul molar al gazelor naturale, [m³/kmol]; $V_m = 22,414 \text{ m}^3/\text{kmol}$;
- ρ_n – densitatea gazelor naturale, în condiții normale, [kg/m³].

Art. 40. - (1) Densitatea gazelor naturale, în condiții normale, prevăzută la art. 39, se calculează cu formula:

$$\rho_n = \frac{M_m}{22,414},$$

unde:

- M_m – masa molară a gazelor naturale, [kg/kmol].
- (2) În situația în care se aplică ipoteza prevăzută la art. 29 lit. c), densitatea gazelor naturale, în condiții normale, se cunoaște.

Art. 41. - Factorul de compresibilitate, prevăzut la art. 36 alin. (2) și art. 37, pentru presiuni de până la 70 bar se calculează cu formula AGA, respectiv:

$$Z_{med,i}(p, T) = 1 + 0,257 \times \frac{p_{med,i}}{p_{cr}} - 0,533 \times \frac{p_{med,i}}{p_{cr}} \times \frac{T_{cr}}{T_{med,i}},$$

unde:

- $p_{med,i}$ – presiunea medie a gazelor naturale din conducta de transport „i”, [Pa];
- p_{cr} - presiunea critică a gazelor naturale din conducta de transport „i”, [Pa];
- $T_{med,i}$ – temperatura medie a gazelor naturale din conducta de transport „i”, [K];
- T_{cr} - presiunea critică a gazelor naturale din conducta de transport „i”, [K].

Art. 42. - (1) În situația în care este cunoscută numai una din presiunile de intrare sau de ieșire gazelor naturale în/din conducta de transport „i”, respectiv p_{i1} sau p_{i2} și debitul staționar Q_{i12} , presiunea necunoscută se determină astfel încât să fie îndeplinită formula de calcul a debitului de gaze naturale vehiculat prin conducta orizontală de transport în regim staționar și izoterm.

(2) Debitul de gaze naturale vehiculat prin conducta orizontală de transport, prevăzut la alin. (1), se calculează cu formula:

$$Q_{i12} = \frac{\pi}{4} \times \sqrt{R_{aer}} \times \frac{T_s}{p_s} \times D_i^{2,5} \times \left(\frac{p_{i1}^2 - p_{i2}^2}{\delta_g \times L_i \times T_{med,i} \times Z_{med,i} \times \lambda} \right)^{0,5},$$

unde:

- Q_{i12} – debitul staționar de gaze naturale din conducta de transport „i”, în condiții standard, [m³/s];
- R_{aer} – constanta specifică a aerului, [J/kg K]; $R_{aer} = 287,04 \text{ J/kg K}$;
- T_s – temperatura gazelor naturale, în condiții standard, [K], $T_s = 288,15 \text{ K}$;
- p_s – presiunea gazelor naturale, în condiții standard, [Pa]; $p_s = 1,01325 \times 10^5 \text{ Pa}$;
- D_i – diametrul interior al conductei de transport „i”, [m];

- p_{i1} – presiunea gazelor naturale la intrarea în conducta de transport „i”, [Pa];
- p_{i2} – presiunea gazelor naturale la ieșirea din conducta de transport „i”, [Pa];
- δ_g – densitatea relativă a gazelor naturale, [adimensională];
- L_i – lungimea conductei de transport „i”, [m];
- T_{med_i} – temperatura medie a gazelor naturale din conducta de transport „i”, [K];
- Z_{med_i} – factorul de compresibilitate mediu, [adimensional], în funcție de presiunea p_{med_i} și temperatura T_{med_i} a gazelor naturale;
- λ – coeficientul de frecare hidraulică, [adimensional].

Art. 43. - Densitatea relativă a gazelor naturale, prevăzută la art. 42 alin. (2), se calculează cu formula:

$$\delta_g = \frac{\rho_s}{\rho_{aer_s}},$$

unde:

- ρ_s – densitatea gazelor naturale, în condiții standard, [kg/m³];
- ρ_{aer_s} – densitatea aerului, în condiții standard, [kg/m³]; $\rho_{aer_s} = 1,225 \text{ kg/m}^3$.

Art. 44. - Coeficientul de frecare hidraulică, prevăzut la art. 42 alin. (2), se calculează cu formula Hofer:

$$\lambda = \frac{1,325475}{\ln^2 \left[\frac{1,962142}{Re} \times \ln \left(\frac{Re}{7} \right) + \frac{1}{3,71} \times \frac{k}{D_i} \right]}$$

sau cu formula:

$$\lambda = \frac{1}{\left\{ 2 \times \lg \left[\frac{4,518}{Re} \times \lg \left(\frac{Re}{7} \right) + \frac{k}{3,71 \times D_i} \right] \right\}^2}$$

unde:

- k – rugozitatea conductei de transport „i”, [m];
- D_i – diametrul interior al conductei de transport „i”, [m];
- Re – numărul Reynolds, [adimensional].

Art. 45. - Numărul Reynolds, prevăzut la art. 44, se calculează cu formula:

$$Re = \frac{4 \times \rho_s \times Q_{i12}}{\pi \times \mu_g \times D_i}$$

unde:

- ρ_s – densitatea gazelor naturale, în condiții standard, [kg/m³];
- Q_{i12} – debitul staționar de gaze naturale din conducta de transport „i”, în condiții standard, [m³/s];
- μ_g – vâscozitatea dinamică a gazelor naturale, [kg/m.s]; $\mu_g = 10^{-5} \text{ kg/m.s}$

- D_i – diametrul interior al conductei de transport „i”, [m].

Art. 46. - (1) Temperatura medie a gazelor naturale din conducta de transport „i”, prevăzută la art. 36 alin. (2) și art. 37, se calculează ca media aritmetică a temperaturilor gazelor măsurate în punctele din ST cu instrumentație de măsurare dintr-o zonă a ST, zonă în care se află și conducta de transport „i”, utilizând formula:

$$T_{med_i} = T_{med_zona_k}$$

$$T_{med_zona_k} = \frac{\sum_{r=1}^q T_r}{q}$$

unde:

- T_{med_i} – temperatura medie a gazelor naturale din conducta de transport „i”, [K];
- $T_{med_zona_k}$ - temperatura gazelor naturale măsurate în punctele din ST cu instrumentație de măsurare dintr-o zonă a ST, [K];
- $zona_k$ - zona în care se află conducta de transport „i”;
- r – numărul temperaturilor gazelor naturale, măsurate cu SCADA, la intrările de la clienți, la intrările sau ieșirile din nodurile tehnologice din ST, sau pe robinetele situate de-a lungul traseelor conductelor de transport, aflate în $zona_k$;
- T_r - temperatura gazelor naturale măsurată cu SCADA, [K].

(2) Zona din ST pentru care se calculează temperatura medie, prevăzută la alin. (1), se stabilește de către OTS.

Secțiunea 3. - Volumul total de gaze naturale existent în conductele de transport aferente ST

Art. 47. - Volumul total de gaze naturale existent în conductele de transport aferente ST, la un moment dat, se calculează cu formula:

$$LP = \sum_{i=1}^n LP_i$$

unde:

- $i = 1.....n$ – numărul conductelor de transport aferente ST;
- LP – volumul total de gaze naturale existent în conductele de transport aferente ST, [m³];
- LP_i – volumul gazelor naturale existent în conducta de transport „i”, [m³].

Art. 48. - Presiunea medie a gazelor naturale din ST se calculează cu formula:

$$p_{med_ST} = \frac{\sum_{i=1}^n p_{med_i}}{n}$$

unde:

- $i = 1.....n$ – numărul conductelor de transport aferente ST;

- p_{med_ST} - presiunea medie a gazelor naturale din ST, [Pa];
- p_{med_i} - presiunea medie a gazelor naturale pe fiecare conductă de transport „i”, [Pa], calculată cu formula prevăzută la art. 38.

Art. 49. - Temperatura medie a gazelor naturale din ST se calculează cu formula:

$$T_{med_ST} = \frac{\sum_{k=1}^o T_{med_k}}{n}$$

unde:

- $k = 1.....o$ – numărul zonelor cu temperatura medie a gazelor naturale din ST;
- T_{med_ST} - temperatura medie a gazelor naturale din ST, [K];
- $T_{med_ZB_k}$ - temperatura medie a gazelor naturale pe fiecare zonă „k” din ST cu temperatura medie a gazelor naturale [K].

Secțiunea 4. - Energia gazelor naturale existentă în ST

Art. 50. - Energia gazelor naturale existentă în ST, la un moment dat, se calculează cu formula:

$$E_{ST} = LP \times H_S$$

unde:

- E_{ST} - energia gazelor naturale existentă în ST, [MWh];
- LP - volumul total de gaze naturale existent în conductele de transport aferente ST, la un moment dat, [m³];
- H_S – puterea calorifică superioară medie a gazelor naturale din ST, la un moment dat, [MWh/m³].

Art. 51. - Puterea calorifică superioară medie a gazelor naturale din ST, prevăzută la art. 50, se calculează cu formula:

$$H_S = \frac{\sum_{f=1}^m (H_{Sf} + V_{Sf})}{\sum_{f=1}^m V_{Sf}},$$

unde:

- H_S – puterea calorifică superioară medie a gazelor naturale din ST, [MWh/m³];
- H_{Sf} – puterea calorifică superioară a punctului de intrare „f” în ST, aferent ultimei zile gaziere încheiate, [MWh/m³];
- V_{Sf} – volumul de gaze naturale măsurat în punctul de intrare „f” în ST, pe ultima zi gazieră încheiată, [m³];
- $f=1.....m$ – numărul punctelor de intrare în ST.

Capitolul IV. - Monitorizarea ST

Art. 52. - (1) OTS utilizează *LP* în ecuația de echilibrare comercială a ST.

(2) OTS calculează *LP* pentru fiecare zi gazieră, în baza parametrilor de presiune, temperatură și debit ale gazelor naturale, înregistrați în ST la ora 7⁰⁰ a fiecărei zile calendaristice.

Art. 53. - (1) OTS monitorizează parametrii și condițiile care pot determina materializarea pericolelor dependente de timp, respectiv:

- a) cedările produse datorită desfășurării efectelor proceselor de coroziune asupra conductelor de transport și asupra elementelor componente de tip special montate pe acestea;
- b) parametrii și condițiile care potențează pericolele independente de timp, care pot fi:
 - (i) intervențiile de terță parte;
 - (ii) regimurile de operare cu suprapresiune a gazelor naturale;
 - (iii) fluctuații frecvente ale presiunii gazelor naturale;
 - (iv) alunecările de teren și cutremurele, care determină cedarea instantanee a conductelor de transport sau o deteriorare rapidă și semnificativă a capacității portante a acestora.

(2) Condițiile care trebuie să facă obiectul monitorizării pe parcursul exploatării unei conducte de transport sunt:

- a) presiunea de lucru/operare a gazelor naturale; se înregistrează:
 - (i) duratele și valoarea presiunii de operare a gazelor naturale din conductele de transport;
 - (ii) duratele și valoarea presiunii de operare a gazelor naturale din conductele de transport în situația în care se depășește presiunea maximă de operare;
 - (iii) numărul și frecvența fluctuațiilor de presiune în jurul presiunii de operare a gazelor naturale;
- b) starea izolației de protecție anticorosivă și agresivitatea solului în care este amplasată conducta; se verifică periodic starea izolației conductei de transport și se măsoară rezistivitatea electrică a solului;
- c) compoziția și agresivitatea gazelor naturale vehiculate; se verifică periodic calitatea gazelor naturale vehiculate și se înregistrează conținuturile de hidrogen sulfurat, dioxid de carbon, cloruri și apă liberă ale acestora;
- d) activitățile umane de orice natură și manifestările climatice sau mișcările terenului (alunecări de teren și/sau cutremure) din zona de siguranță a conductei; se înregistrează toate activitățile (licite și/sau ilicite) și toate manifestările climatice și/sau telurice, ca natură, intensitate și durată, inclusiv eventuale efecte ale acestora asupra integrității structurale a conductei de transport;

e) apariția unor scăpări/emanații de gaze naturale.

Art. 54. - (1) Pentru fiecare conductă de transport, pe tot parcursul anului gazier, în fiecare zi calendaristică la ora 7⁰⁰, OTS ține evidența, a cel puțin, următoarelor informații, aferente modelului de calcul hidraulic:

- a) debitul gazelor naturale la intrarea în conductă de transport;
- b) presiunile de intrare și ieșire în/din conductă de transport;
- c) viteza medie a gazelor naturale;
- d) presiunea medie a gazelor naturale;
- e) temperatura gazelor naturale;
- f) volumul gazelor naturale existent.

(2) Pentru ST, pe tot parcursul anului gazier, în fiecare zi calendaristică la ora 7⁰⁰, OTS ține evidența, a cel puțin, următoarelor informații:

- a) debitul gazelor naturale la intrarea în ST;
- b) volumul gazelor naturale existent în ST la începutul zilei gaziere;
- c) volumul gazelor naturale necesar în ST, pentru menținerea în stare optimă de funcționare a ST;
- d) puterea calorică superioară medie a gazelor naturale;
- e) energia gazelor naturale existentă în ST la începutul zilei gaziere.