

DETERMINAREA TARIFULUI DE DISTRIBUȚIE ȘI FURNIZARE A GAZELOR NATURALE ÎN BAZA UTILIZĂRII TEORIEI REȚELELOR PETRI

Drd. Pantelemon FRASINEANU, UTM

În articol, este propus modelul matematic rețelele Petri pentru analiza tarifului de distribuție și furnizare la gazele naturale și determinarea lui pe viitor. Modelul rețelele Petri asigură un puternic mediu de comunicare între furnizorul de energie și client. Monitorizarea, prin modelarea proceselor de formare și ajustare a tarifelor, cu ajutorul rețelelor Petri, permite modelarea prețurilor de distribuție a gazelor, pe termen lung, având la bază multitudinea de factori de influență. Cu cât mai mulți factori de influență sunt incluși în model, cu cât mai corect sunt selectați și determinați, cu atât mai corect pot fi luate deciziile manageriale privind argumentarea tarifului de distribuție și furnizare a gazelor naturale. Modelul poate fi utilizat cu succes la corectitudinea altor decizii, ca oportunitate de investiție, număr de clienți, cheltuieli de distribuție etc. Utilizarea modelului rețele Petri este o metodă oportună de a fi folosită de managementul de vârf, la orice companie de distribuție și furnizare a energiei, la luarea deciziilor manageriale strategice.

Cuvinte-cheie: gaze naturale, tarif, rețelele Petri
JEL: C02, Q41

Politicile tarifare în Sectorul gaze din R.Moldova GN, în ultimii 15 ani, au fost foarte deformate, ca urmare a intervenției statului în procedura de determinare a tarifelor. În condițiile alinierii Republicii Moldova la principiile pieței energetice europene, pe prim-plan, apare problema modificării metodologiei de calculare, aprobare și ajustare a tarifelor pentru activitățile reglementate, desfășurate pe piața GN. Actualmente, în SGN, se aplică Metodologia de calculare, aprobare și aplicare a tarifelor la GN, aprobată prin Hotărârea Consiliului de Administrație al ANRE, nr. 352 din 01.10.2009, care nu permite, însă, calcularea tarifelor pentru distribuția și pentru furnizarea GN la tarife reglementate, separat, pe tip de activitate.

Deși, potrivit Legii nr. 123/23.12.2009, orice consumator final este în drept să aleagă orice producător ca furnizor de GN, de facto, în lipsa unui tarif separat de distribuție al GN, este dificilă schimbarea furnizorului de către consumatorii finali.

Totodată, este necesară și efectuarea unor modificări ce țin de principiile de calculare a tarifelor astfel, încât operatorul rețelei de transport, operatorii rețelelor de distribuție și furnizorii de GN să optimizeze costurile la tarife reglementate și să fie asigurate premise pentru efectuarea investițiilor necesare pentru dezvoltarea, renovarea și modernizarea rețelelor de GN.

DETERMINATION OF NATURAL GAS DISTRIBUTION AND SUPPLY TARRIFS BASED ON PETRI NETS THEORY

PhD candidate Pantelemon FRASINEANU, TUM

The article proposes utilization of the Petri nets mathematical model for the analysis of the tariffs for natural gas distribution and supplying and its determination for the future. The Petri nets provide a powerful communication method between the energy supplier and the customer. The monitoring through creating and adjusting the modelling of natural gas tariffs using Petri nets allows the modelling of distribution prices for the long term, based on many influencing factors. The more influential factors are included in the model, the more accurate they are selected and determined and the more accurate are the management decisions taken for argumentation of the natural gas distribution and supplying tariffs. The model can be used successfully in justifying other decisions, as the investment opportunity, the number of customers, distribution costs, etc. Using Petri nets model is an appropriate approach to be used by top management for strategic managerial decision making in any company specialised in distribution and supplying.

Key-words: natural gas, tariff, Petri nets.
JEL: C 02, Q 41

The tariff policies of the gas sector of the Republic of Moldova have been very much deformed during the last 15 years, as a result of state intervention in the procedure of tariffs determination. Given the alignment of the Republic of Moldova to the European energy market principles, there appears the problem of modifying the tariffs' calculation, approval and adjustment methodology for the regulated activities, developed on the natural gas market. Currently, the natural gas companies are applying the Methodology on the calculation, approval and application of tariffs for NG, approved by the Decision of the Administration Board of NAER no. 352 of 01.10.2009, that doesn't allow the calculation of tariffs for the distribution and supply of the natural gas at the regulated tariffs, separately, based on activity types.

Though according to Law no. 123/23.12.2009 every final consumer has the right to choose any producer as a natural gas supplier, in fact, in the absence of a separate tariff on natural gas distribution it is difficult for the final consumers to change the supplier.

In the same time, it is necessary to undertake certain modifications related to principles of tariffs' calculation, so that the operator of the transport network and the operators of the distribution networks and natural gas suppliers optimise the costs to the regulated tariffs and assure premises for the performance of the necessary

De asemenea, în contextul Planului de Acțiuni UE – RM, este necesară transpunerea principiilor comunitare la nivelul legislației interne. Astfel, directivele UE stipulează că autoritățile de reglementare ar trebui să elaboreze și să aprobe metodologiile de calcul și de aplicare a tarifelor reglementate separat, pentru fiecare tip de activitate, precum și pe categorii de consumatori și să aprobe tarifele calculate în baza metodologiilor menționate.

În legătură cu primul aspect, Metodologia în vigoare permite calculul unui tarif mediu pentru fiecare întreprindere, pentru cele două activități de distribuție și de furnizare a GN la tarife reglementate, dar nu stabilește principii clare și o modalitate corectă de alocare separată a costurilor pe tipuri de activități. Cu privire la tarifele diferențiate, în Metodologia în vigoare, nu este prevăzut, în mod neechivoc, un principiu și o metodă de determinare a acestora, inclusiv pe categorii de consumatori finali. În practică, diferențierea se efectua de către întreprinderi și ANRE, reieșind din unele aspecte generale, iar, în unele cazuri, chiar ținând cont de aspecte sociale, aprobă tarifele. Metoda de calcul nu prevede includerea în tarif a costurilor legate de acoperirea consumului tehnologic și a pierderilor în rețelele de GN. Acoperirea acestor pierderi este pusă pe seama furnizorilor, principiu care nu corespunde prevederilor Directivelor UE. Întrucât, în ultimii ani, majoritatea indicilor de calcul al costului mediu ponderat al capitalului (WACC) au suferit modificări esențiale, se impune efectuarea unor modificări și, în legătură cu calculul rentabilității, investițiile în rețelele de GN trebuie să urmărească respectarea principiului eficienței.

Pentru modelarea proceselor de formare, stabilirea și ajustarea prețului de distribuție al GN se propune instrumentul rețelelor „Petri”, prin care se va executa modelarea prețurilor de distribuție pe termen lung, având la bază factorii ce-l influențează. Rețelele Petri, ca tehnică managerială, se utilizează de metoda economicomatematică de prognozare/modelare a sistemelor economice. În același timp, rețelele Petri constituie un graf bipartit, ale cărui noduri sunt locuri sau tranziții.

Într-un sistem de producție, o activitate este considerată a fi un set parțial ordonat de operații specifice executate. Activitățile sunt efectuate de entități de producție și pot transforma o mărime de intrare, caracterizată prin anumiți parametri, într-o mărime de ieșire cu parametri modificați. Rețeaua Petri poate fi identificată cu un tip particular de grafuri orientate bipartite populate cu trei tipuri de obiecte. Aceste obiecte sunt locuri, tranziții și arce orientate, care conectează locuri cu tranziții sau tranziții cu locuri. Din punct de vedere grafic, locurile sunt reprezentate prin cercuri, iar tranzițiile prin bare sau dreptunghiuri. Un loc este intrare pentru o tranziție, dacă există un arc orientat de la acel loc la tranziție, iar un loc este ieșire pentru o tranziție, dacă există un arc orientat de la tranziție la loc. În forma sa cea mai simplă, o rețea Petri poate fi reprezentată printr-o tranziție împreună cu locurile sale de intrare și de

investments for the development, renovation and modernization of the natural gas networks. Besides, in the context of the EU-Republic of Moldova Action Plan, it is necessary to convert the community principles to the level of internal legislation. Thus, the EU directives stipulate that regulatory authorities should develop and approve the calculation and application methodologies of the regulated tariffs separately, for each type of activity, as well as on consumer categories and to approve the calculated tariffs based on the above-mentioned methodologies.

As it refers to the first aspect, the acting methodology permits the calculation of an average tariff for each enterprise, for the activities of natural gas distribution and supply at the regulated tariffs, but it doesn't establish clear principles and a correct modality of separate allotment of costs on types of activity. Regarding the differentiated tariffs, the acting methodology doesn't provide in an unequivocal way a principle and a method of their determination, including on final consumers categories. In practice, the differentiation was undertaken based on enterprises, and the NAER, proceeding from some general aspects and in some cases even taking into consideration the social aspects, approves the tariffs. The calculation method does not provide the inclusion in the tariff of the costs related to the coverage of the technologic consumption and the loss in the natural gas networks. The coverage of this loss is attributed to the suppliers, which is a principle that does not correspond to the provisions of the EU directives. As during the last years most of the calculation indicators of the weighted average cost of the capital (WACC) has suffered significant changes, it is necessary to undertake certain modifications related to the profitability calculation and the investments in the NG networks should respect the efficiency principle.

For the modelling of the training processes, the setting and adjustment of the NG price distribution the Petri nets instrument is proposed. It will help executing long-term prices' distribution modelling, based on factors that influence it. Petri nets, as management techniques, are used by the mathematical and economic method for forecasting / modelling the economic systems. Meanwhile, Petri nets are a bipartite graph whose nodes are places and transitions.

In a production system, an activity is considered to be a partially ordered set of specific performed operations. Activities are carried out by production entities and may transform a certain amount of characterized incoming parameters to an out coming size with modified parameters. The Petri nets can be identified with a particular kind of bipartite oriented graphs populated with three types of objects. These objects are places, transitions and directed arcs connecting places to transitions or transitions to places.

In terms of graphics, places are represented by circles and transitions by bars or rectangles. A place is the input for a transition if there is a directed arc from the place to the transition, and a place is an output for the transition if there is a directed arc from the transition to the place. In its simplest form, a Petri nets can be represented by a transition with its input and output places. These basic nets may be used to represent different aspects of the modelled systems. For

ieșire. Această rețea elementară poate fi folosită pentru reprezentarea unor aspecte diverse ale sistemelor modelate. Spre exemplu, locurile de intrare/ ieșire pot reprezenta precondiții sau postcondiții, iar tranzițiile – evenimente. Locurile de intrare semnifică disponibilitatea resurselor, tranziția – utilizarea lor, iar locurile de ieșire – eliberarea resurselor. Avantajele acestei metode sunt:

- simplitatea generării și înțelegerii regulilor de producție;
- ușurința cu care pot fi realizate modificările asupra modelului;
- simplitatea mecanismelor de analiză și rezolvare a blocajelor.

Pentru SRL „Bălți-gaz”, s-a propus utilizarea aplicației, elaborate, în 2005, în cadrul Universității Tehnice din Moldova – **Visual Petri Net**. Aplicația permite crearea, simularea și analiza rețelelor Petri hibride. La formarea tarifelor de distribuție cu aplicarea rețelelor Petri, s-au luat în calcul datele S.R.L. „Bălți-gaz” pentru perioada 2010-2012.

Pentru analiza datelor la întreprinderea SRL „Bălți-gaz”, a fost utilizată o aplicație elaborată la Universitatea Tehnică din Moldova – Visual Petri Net. Aplicația permite crearea, simularea și analiza rețelelor Petri hibride (discrete și continue). Pentru o analiză mai amplă, s-au executat diferite scenarii cu anumiți factori de influență asupra tarifului de livrare a gazelor.

example, places of entry / exit may represent preconditions or post conditions, and transitions may represent events. The entry places signify the availability of resources, the transition signify their use and the output places – the release of resources.

The advantages of this method are the following:

- the simplicity of generating and understanding the production rules;
- the easiness model modifications can be made with;
- the simplicity of the analysis and blockage solving mechanisms.

For the LTD „Bălți Gaz” it was suggested to use the application, elaborated in 2005 within the Technical University of Moldova – **Visual Petri Net**. The application permits the creation, simulation and analysis of the hybrid Petri networks. At the formation of the distribution tariffs by applying Petri nets „Bălți-gaz” data for the period within 2010-2012 was taken into consideration.

For the analysis of the data of the enterprise LTD „Bălți Gaz” the Visual Petri Net application, created at the Technical University of Moldova, has been used. The application permits the creation, simulation and analysis of the hybrid Petri networks (discrete and continuous). For a more ample analysis, there have been performed different scenarios with certain influence factors on the tariff of gas delivery.

Tabelul 1 / Table 1

Ponderea volumului de gaze livrat util consumatorilor în anul 2012 și costul de achiziționare / The share of the useful gas volume supplied to consumers in 2012 and purchase costs

	Indicatori/ Indicators	Scen. 1	Scen. 2	Scen. 3	Scen. 4
1	Volumul de gaze naturale procurat de la conductele de gaze magistrale, mil. m ³ / The volume of gas purchased from main gas pipelines, million m ³	99,6	104,6	99,5	99,6
2	Consumul tehnologic și pierderile de gaze în rețelele de distribuție gaze, mil. m ³ / Technological consumption and gas loss in gas distribution networks, million. m ³	6,2	6,2	6,1	6,2
3	Ponderea în totalul volumului achiziționat, % / Share within the total purchased volume, %	6,22	5,93	6,11	6,22
4	Costul consumului tehnologic și pierderi tehnice, mii lei / Expenditure on the technological consumption and technical loss, thousands lei	30157	30157	29554	28721
5	Ponderea în costul total, % / Share within the total cost, %	5,4	5,17	5,3	5,36
6	Volumul de gaze naturale furnizat consumatorilor finali, mil. m ³ / The volume of NG delivered to the final consumers, million. m ³	93,4	98,4	99,4	93,4
7	Ponderea în totalul volumului achiziționat, % / Share within the total purchased volume, %	93,78	94,07	93,89	93,78
8	Costul gazelor achiziționate pentru consumatorii finali, mii lei / The cost of the purchased gas for the final consumer, thousands MDL	454516	478750	454516	432873
9	Ponderea în costul total, % / Share within the total cost, %	81,32	82,1	81,6	80,8

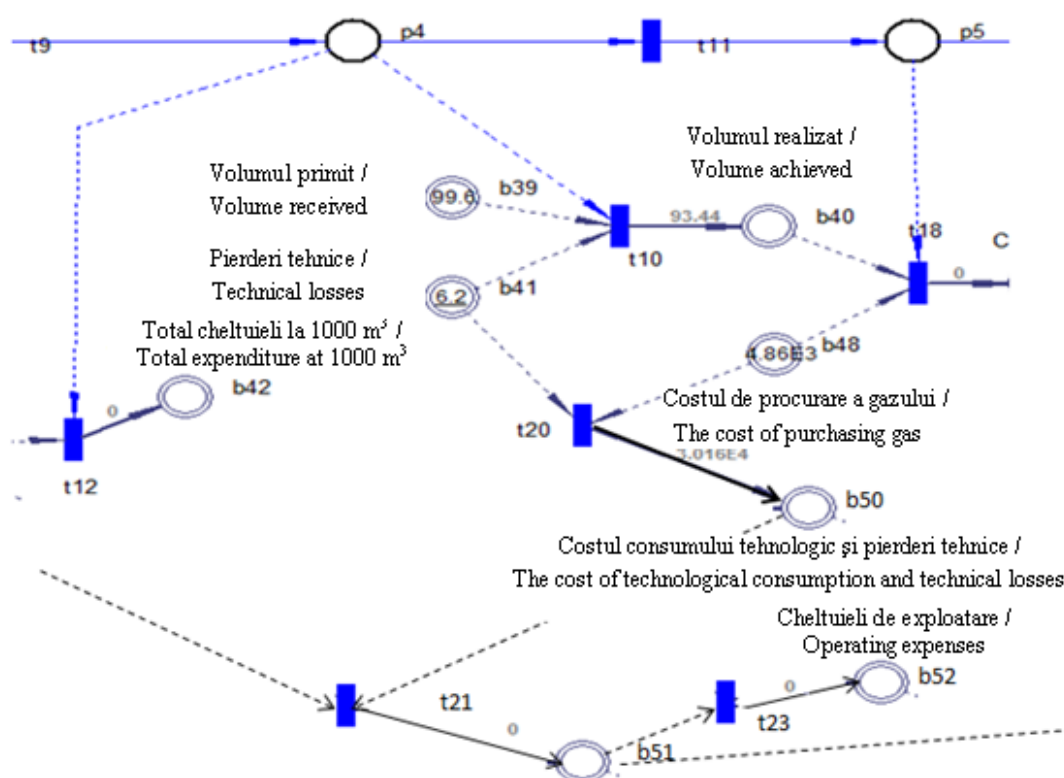


Figura 1. Modelarea datelor din tabelul 1 în rețele Petri /
Figure 1. Modelling of data from table 1 within Petri networks

Consumurile și cheltuielile întreprinderii
sumează:

- Cheltuielile legate de achiziția gazelor naturale;
- Cheltuielile necesare pentru activitatea de distribuție și furnizare, care includ:
 - o Costul consumului pentru necesități tehnologice și pierderi tehnice
 - o Consumuri și cheltuieli operaționale

The consumption and expenses of the enterprise
comprise:

- Expenses related to the purchase of the natural gas;
- Expenses necessary for the distribution and delivery activities, which include:
 - o Expenses on the consumption for technological needs and technical loss
 - o Operational consumption and expenses

Tabelul 2 / Table 2

Costurile operaționale materiale / Material operational costs

Indicatori / Indicators	Scen. 1	Scen. 2	Scen. 3	Scen. 4
Costuri și cheltuieli operaționale, mii lei / Operational costs and expenses, thousands MDL	74235	74235	73114	74235
Costuri și cheltuieli operaționale, lei/ 1000 m ³ / Operational costs and expenses, lei/ 1000 m ³	794,44	754,33	782,45	794,44
Pondere în costul total, % / Share in the total cost, %	13,28	12,73	13,12	13,85
Costuri și cheltuieli materiale, mii lei / Material costs and expenses, thousands MDL	7495,0	7495	7345,1	7495
Costuri și cheltuieli materiale, lei/ 1000 m ³ / Material costs and expenses, MDL/1000 m ³	80,21	76,15	78,61	80,21
Pondere în costul total % / Share in the total cost %	1,3%	1,3%	1,3%	1,4%

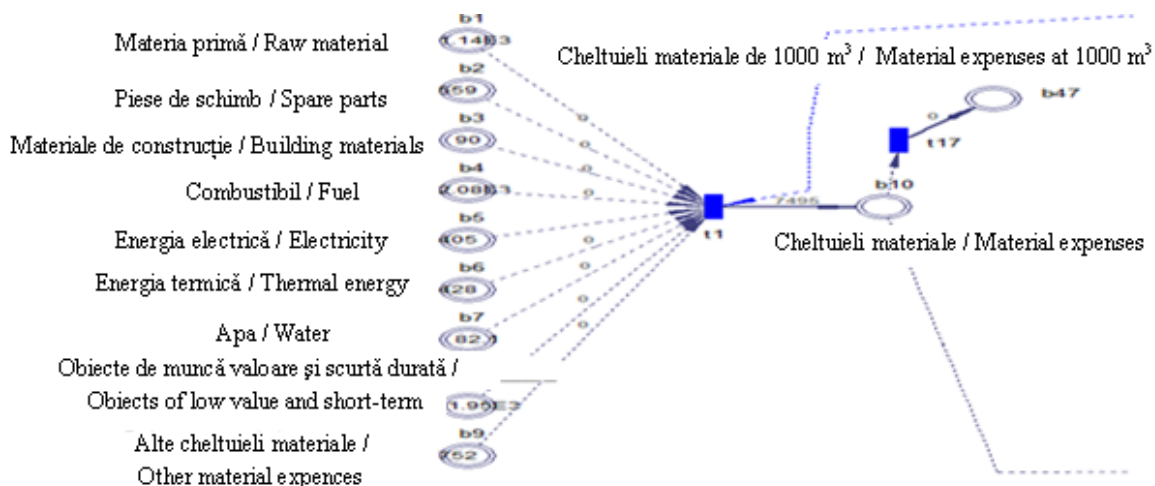


Figura 2. Modelarea calculului cheltuielilor materiale /
Figure 2. Modelling of material costs' calculation

Tabelul 3 / Table 3

Consumurile și cheltuielile aferente serviciilor prestate de terți prezintă a doua grupă de costuri /
Consumption and expenses additional to services delivered by third parties represent the second group of costs

Indicatori / Indicators	Sc. 1	Sc. 2	Sc. 3	Sc. 4
Costurile și cheltuielile aferente serviciilor prestate de terți, mii lei / Costs and expenses additional to services delivered by third parties, thousands MDL	3412	3412	3343,8	3412
Costurile și cheltuielile aferente serviciilor prestate de terți, lei/ 1000 m ³ / Costs and expenses additional to services delivered by third parties / 1000 m ³	36,51	34,67	35,78	36,51
Ponderea în costul total % / Share in the total cost %	0,61%	0,59%	0,60%	0,64%

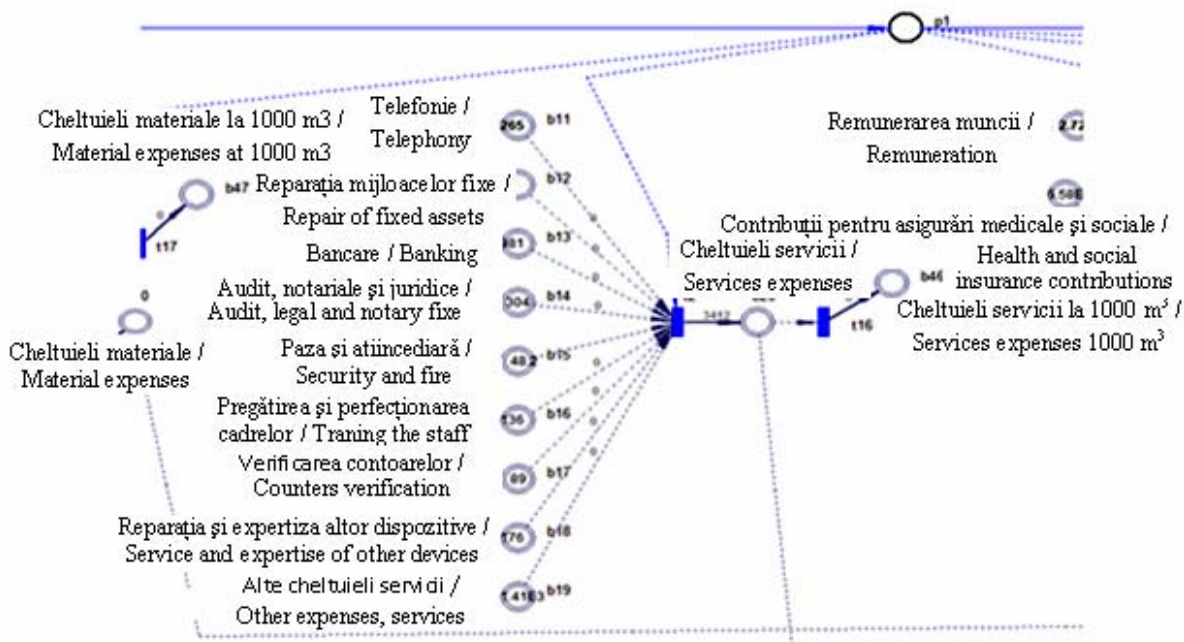


Figura 3. Modelarea calculului cheltuielilor pentru servicii /
Figure 3. Modelling the calculation of services' costs

Tabelul 4 / Table 4

Cheltuielile privind retribuirea muncii / Wages expenses

Indicatori / Indicators	Sc. 1	Sc. 2	Sc. 3	Sc. 4
Cheltuieli privind retribuirea muncii, mii lei / Wages expenses, thousands MDL	27238,2	27238,2	26693,4	27238,2
Cheltuieli privind retribuirea muncii, lei/ 1000 m ³ / Wages expenses, MDL/ 1000 m ³	291,5	276,74	285,69	291,5
Ponderea în costul total % / Share in the total cost %	4,87%	4,67%	4,79%	5,08%

Tabelul 5 / Table 5

Uzura mijloacelor fixe / Depreciation of fixed assets

Indicatori / Indicators	Sc. 1	Sc. 2	Sc. 3	Sc. 4
Uzura mijloacelor fixe, mii lei / Depreciation of fixed assets, thousands MDL	18190,2	18190,2	18190,2	18190,2
Uzura mijloacelor fixe, lei/ 1000 m ³ / Depreciation of fixed assets, MDL/ 1000 m ³	194,67	184,81	194,67	194,67
Ponderea în costul total % / Share in the total cost %	3,25%	3,12%	3,26%	3,39%

Uzura mijloacelor fixe reprezintă o pondere destul de majoră în totalul cheltuielilor întreprinderii. Depreciation of fixed assets is a pretty major share within the total of a company's expenses.

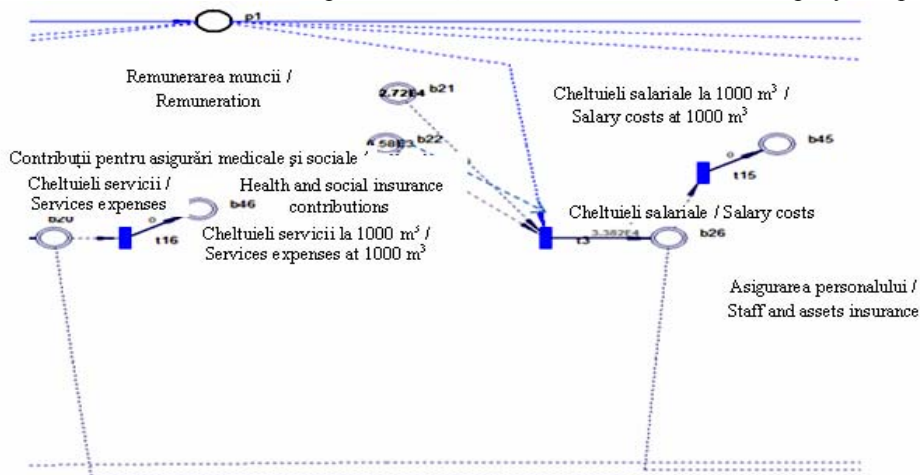


Figura 4. Modelarea calculului cheltuielilor privind retribuirea muncii / Figure 4. Modelling of expenses' calculation of wages

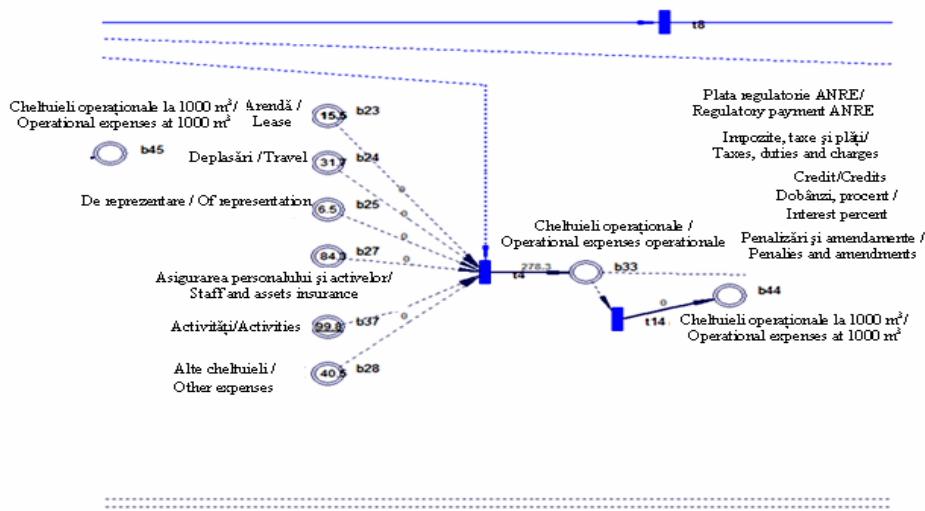


Figura 5. Modelarea calculului cheltuielilor operaționale / Figure 5. Modelling of operational costs' calculation

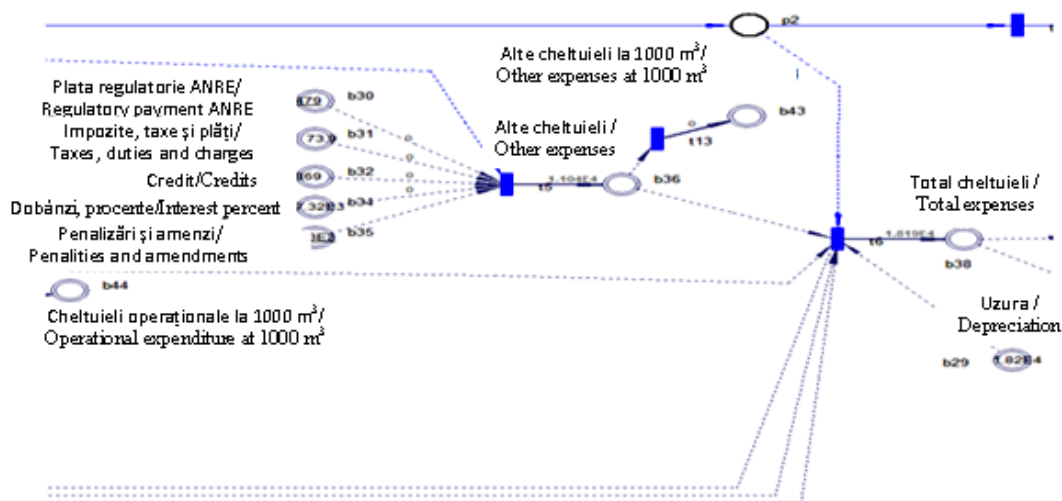


Figura 6. Modelarea calculului altor cheltuieli /
Figure 6. Modelling of other costs' calculation

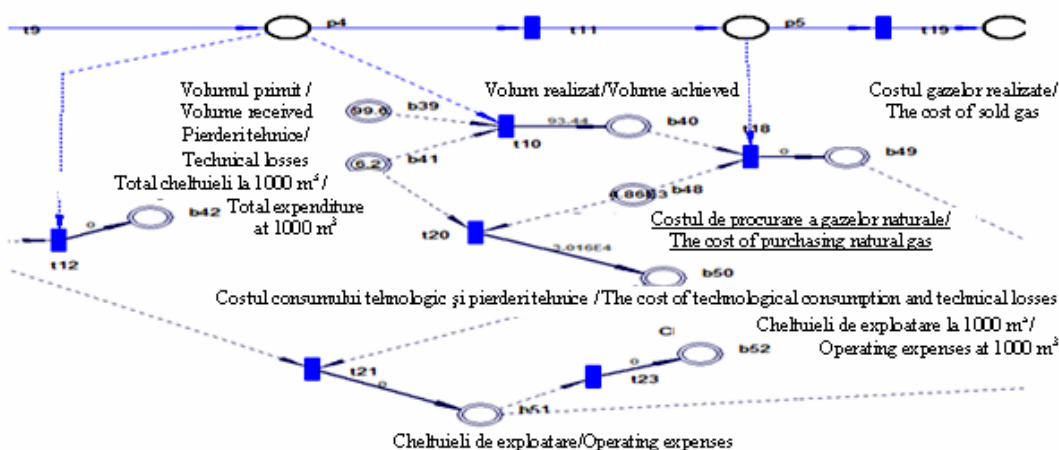


Figura 7. Modelarea calculului costului gazelor realizate de SRL „Bălți-gaz” /
Figure 7. Modelling of the cost of the gas calculation supplied by LTD „Balti-gas”

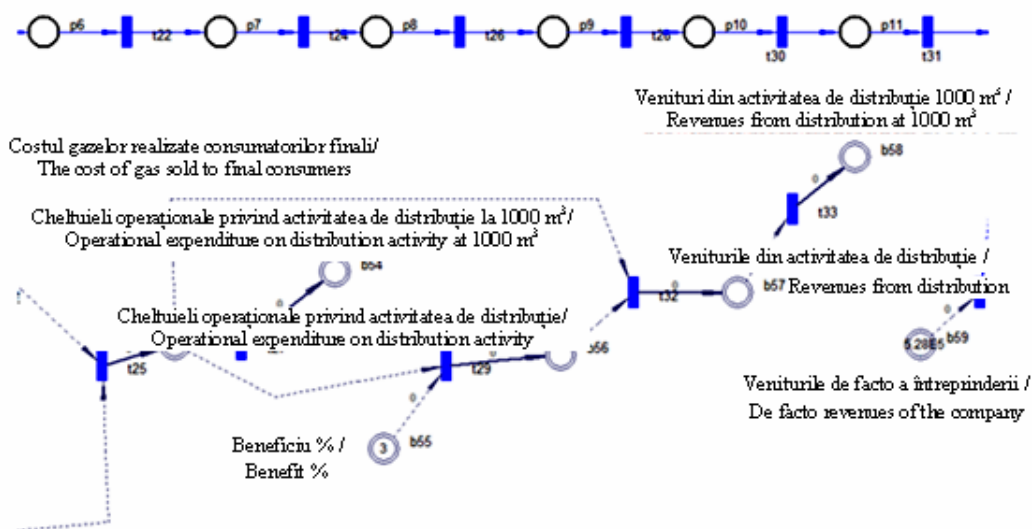


Figura 8. Modelarea calculului tarifului de distribuție și furnizare de SRL „Bălți-gaz” /
Figure 8. Modelling of the calculation of the distribution and supply tariffs of LTD „Balti-gas”

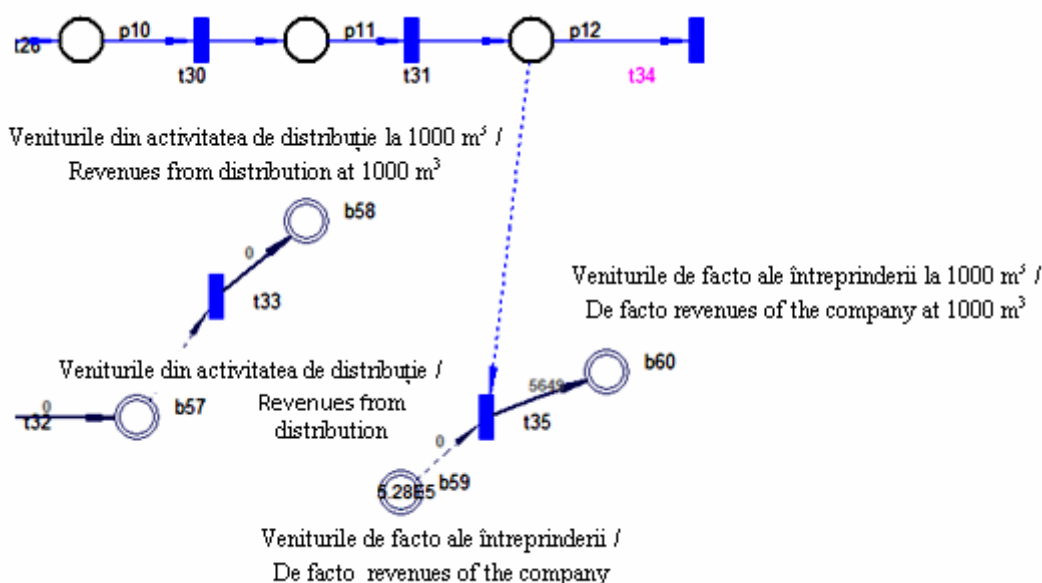


Figura 9. Tariful aprobat de ANRE și prețul de livrare SRL „Bălți-gaz” /
Figure 9. The tariff approved by NAER and the supply price of LTD „Balti-gaz”

Concluzie

Rezultatele obținute cu privire la aplicarea rețelelor Petri la modelarea procesului de determinare a tarifelor de distribuție și furnizare a gazelor naturale, permit formularea următoarelor concluzii:

- Condiția esențială de performanță a modelului aplicat se referă la continuitatea în alimentarea cu gaze naturale a consumatorilor finali la tarife rezonabile.
- Metodele topologice de tip rețea Petri sunt utilizate pentru analiza sistemelor complexe. Cu ajutorul acestora modelarea unui sistem se realizează atât din punct de vedere al elementelor componente și al relațiilor dintre ele (modelare statică), cât și al succesiunii stărilor în timp (modelare dinamică) prin intermediul marcajului. Simularea rețelei Petri permite evaluarea costurilor atât ca valori absolute, cât și valori raportate la volum.
- Principalele dezavantaje ale acestei metode rezidă în timpul mare de simulare și de stabilirea numărului de simulări care trebuie efectuate pentru obținerea unor valori suficient de precise.
- Rezultatele obținute analitic prin utilizarea metodei rețelei Petri sunt foarte apropiate de rezultatele obținute prin simulare numerică.
- În vederea obținerii unor date credibile privind comportarea în dinamică a costurilor, este necesară o monitorizare și înregistrare continuă și atentă a tuturor datelor ce țin de activitatea întreprinderii.
- În comparație cu metodele tradiționale de calculare a costurilor, rețelele Petri prezintă o serie de avantaje, care permit aplicarea lor în planificarea, pe termen lung, a costurilor,

Conclusions

The results on the application of Petri nets in the modelling process of determining the distribution tariffs and natural gas supply bring to the following conclusions: - The essential condition for the applied model's performance refers to the continuity in the supply of natural gas to final consumers at reasonable rates.

- Petri nets topology methods are used to analyse complex systems. With this model a system is done both in terms of components and relations between them (static modelling) and the succession of states in time (dynamic modelling) via the bookmark. Petri net simulation allows the assessment of costs both as absolute values and values reported to the volume.
- The main disadvantages of this method are related to the high time needed for the simulation and determination of the number of simulations to be performed to obtain sufficiently accurate values.
- Analytical results obtained by using Petri nets method are very close to the results obtained by numerical simulation.
- In order to obtain reliable data on the dynamic behaviour of costs a continuous and close monitoring and recording of all data related to the enterprise's activity is required.
- Compared with traditional methods of costs' calculation Petri nets have a number of advantages that enable their application in

minimizarea costurilor pe tipuri de activități și
modelarea costurilor prin modificarea
coeficienților de regularizare.

long-term costs' planning, as well as in
minimizing costs by type of activity and
modelling them by changing the
regularization coefficients.

Bibliografie / Bibliography:

1. Natural Gas development Strategy. Report No. 192/96, Energy Management Assistance Programme, ESMAP, 192, <http://goo.gl/IFGOEI>
2. PĂSTRĂVANU, Octavian, MATCOVSCHI, Manuela, *Aplicații ale rețelelor Petri în studierea sistemelor cu evenimente discrete*, Editura Gh. Asachi, 2002
3. Study on Regulation of Tariffs and Quality of the Gas Distribution Service in the Energy Community, Final Report, KEMA Consulting GmbH, August 2010. <http://www.energy-community.org/pls/portal/docs/2584180.PDF>