



## LOGISTIKA TRANZITU PLYNU CEZ ÚZEMIE SR – MAKRO A MIKROLOGISTICKÝ MODEL

### THE GAS TRANSIT LOGISTIC IN SR - MACRO AND MICRO LOGISTIC MODELS

Dušan Malindžák<sup>1</sup>, Pavol Janočko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Katedra logistiky a výrobných systémov, TU v Košiciach, Park Komenského 14, 040 01  
Košice, tel.: 055/602 2011, e-mail: dusan.malindzak@tuke.sk

<sup>2</sup>SPP a.s. Bratislava, Mlynské nivy 44, tel.: 02/58692520, e-mail:pavol.janocko@spp.sk

**Abstrakt:** Článok je venovaný problematike tranzitu plynu ako logistického systému. Prvá kapitola rozoberá makrologistickú a druhá kapitola mikrologistickú úroveň tranzitu plynu, pri zohľadnení cieľa – vytvorenie logistického modelu a využitie pri riadení tranzitu plynu v SR.

**Kľúčové slová:** logistika, logistika tranzitu, makrologistika, mikrologistika, distribučná logistika, komerčná logistika, úzke miesto

**Abstract:** The article devotes problem of the gas transit as logistics system. The first chapter analyzes macro and the second chapter analyzes micro logistic level of gas transit, with accent on aim – logistic model creation and its exploitation in gas transit management in Slovak republic.

**Key words:** logistics, logistics of transi, macrologistics, micrologistics, distribution logistics, commercial logistics, narrow places

### 1. ÚVOD

Slovensko, svojou geografickou polohou a vybudovaným systémom prepravy plynu, patrí k najväčším tranzitným krajinám v Európe. Tranzit plynu zabezpečuje divízia tranzitu firmy SPP a.s., s ročnou prepravnou kapacitou 93 mld. m<sup>3</sup> je 2 – 3-tou prepravnou spoločnosťou v Európe. Zabezpečuje prepravu plynu pre SR a do Rakúska, Talianska, Chorvátska, Slovinska, ČR, SRN a Francúzska.

Úspešne a optimálne riadiť takýto strategický podnik nielen z pohľadu

### 1. INTRODUCTION

Slovakia with its geographic location, well build gas installations system belong among the biggest transit countries in Europe. The gas transit is provided by the SPP a.s. company, the unit „Tranzit“, with yearly transfer capacity of 93 mld. m<sup>3</sup> makes it the 2. – 3.th transit company in Europe. It provides the gas transit for SR, Austria, CR, Germany, France, Italia, Croatia, Slovenia.

To successfully and optimally manage such strategic company, not only from the aspect of economics of Slovakia, but also

ekonomiky Slovenska, ale aj Európy závisí od schopnosti modelovať ho ako systém z rôznych hľadísk.

Tranzit plynu ako objekt riadenia patrí medzi homogénne spojité procesy [5]. Ako základný princíp riadenia takýchto procesov s veľkou zotrvačnosťou, vysokou produkciou (vo finančnom aj objemovom vyjadrení), je „dopredné riadenie“ založené na využití modelu riadených procesov a modelovaní budúceho vývoja, doplneného – korekciami späťnej väzby.

Tento článok je pokusom popísať „tranzitný systém plynu“ v SR ako logistický systém, ktorý riadi a zabezpečuje realizáciu „pohybu – prepravy“ plynu, informácií a financií.

Na logistický systém sa môžeme pozerať ako z makro, tak aj mikro hľadiska. Z makrologistického je „tranzit plynu v SR“ jeden z prvkov tranzitného reťazca – systému celej Európy t.j. napr. od zdrojov v Ruskej federácii až po spotrebiteľov vo Francúzsku či Taliansku. Jednotlivé tranzitné systémy v štátach Európy sú prepojené do celoeuópskej siete.

Mikrologistický pohľad je pohľad na tok plynu a štruktúru tranzitného reťazca v SR.

## 2. MAKROLOGISTICKÉ HĽADISKO

Ak sa pozrieme na tranzit plynu v Európe a postavenie Slovenska v tomto systéme z makrologistického hľadiska, tranzit plynu v SR je jedným z prvkov celej tranzitnej siete.

Z hľadiska objemu prepravy 70 – 80 mld. m<sup>3</sup>/rok je Slovensko strategickým prvkom celej tranzitnej európskej siete. Veľké Kapušany ako uzol s najväčšou prepravovanou kapacitou cca 300 mil.m<sup>3</sup>/deň je v porovnaní s druhým maximálnym prepravovaným množstvom v Poľskej republike cca 80 – 90 mil. m<sup>3</sup>/deň hovorí o pozícii celej tranzitnej siete. Avšak SR ako prvok v sieti, aj

of Europe, depends of the ability to model it as a system from variety of aspects.

The gas transit as an management object belongs among homogenous continuous processes [5]. As the basic principle of management of processes with such strong momentum, high production (in terms of financial turnover and quantity), is the „teed forward“ is based utilisation of management process model and on the modelling of future development amended with the feedback correction.

This article is attempting to describe the „gas transit system“ in SR, as logistics system, which is manages and provides the realisation of a „movement – transportation“, of gas, information, and finances.

On the logistics system it can be looked from macro and micro point of view. From the macro logistics point of view the gas transfer in SR is one of the elements of transit chain - within the Europe system, that is for example from the gas origin in Russian federation to the some of the consumers in France or Italy. The individual transit systems in the states of Europe are interconnected in all European network.

The micro-logistics aspect is the view on flow of the gas and the structure of the transit chain in SR.

## 2. MACRO-LOGISTICS ASPECT

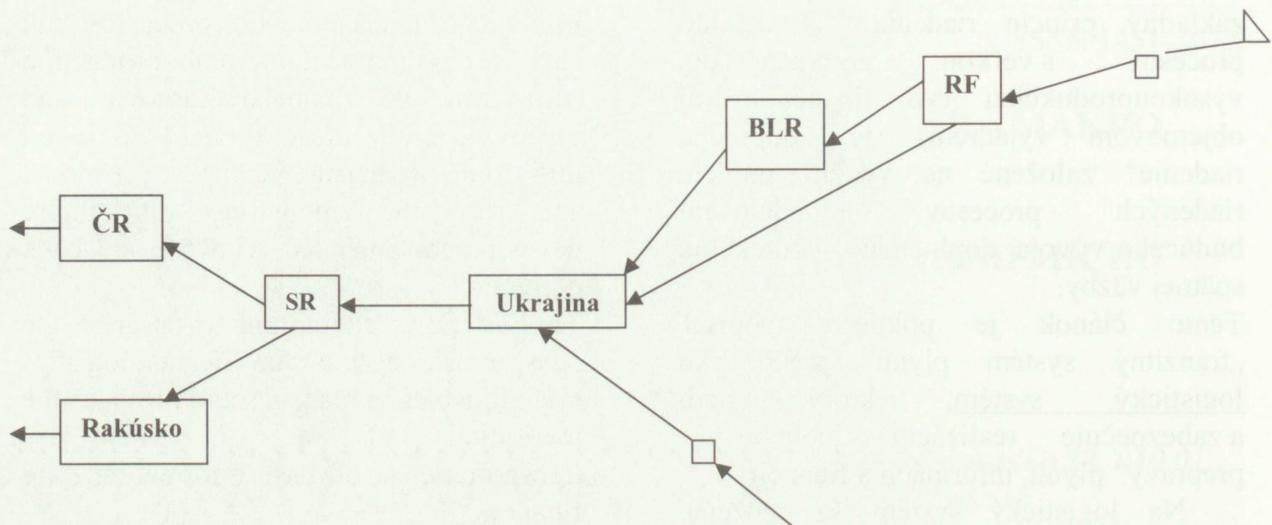
If we look at the gas transit in Europe and on the position of Slovakia within that system from the macro-logistics point of view, the gas transit in SR is one of the elements of the entire transit network.

From the aspect of the transit volume 70 – 80 mld. m<sup>3</sup>/year is Slovakia a strategic element of the entire European transit network. Velke Kapusany is a knot with the biggest transport capacity of 300 mil/m<sup>3</sup>/day in comparison with the second largest transit amount in Poland, the Slovakia 80 – 90 mil/m<sup>3</sup>/day shows the position of the entire network. However

napriek vyššie uvedenému, nie je úzkym miestom celého samotného reťazca.

SR as one element in the network, is despite the above mentioned fact not the

bottleneck of the chain itself.



Obr. 1 Slovensko ako prvok tranzitného reťazca  
Fig. 1 Slovakia as an element of the transit chain

Z hľadiska objemu prepravy 70 – 80 mld. m<sup>3</sup>/rok je Slovensko strategickým prvkom celej tranzitnej európskej siete. Veľké Kapušany ako uzol s najväčšou prepravovanou kapacitou cca 300 mil.m<sup>3</sup>/deň je v porovnaní s druhým maximálnym prepravovaným množstvom v Poľskej republike cca 80 – 90 mil. m<sup>3</sup>/deň hovorí o pozícii celej tranzitnej siete. Avšak SR ako prvok v sieti, aj napriek vyššie uvedenému, nie je úzkym miestom celého samotného reťazca.

Úzke miesto (Bottle neck) je ten prvok systému, ktorý svojim reálnym prepravným výkonom obmedzuje tranzit.

Úzke miesto – ktoré je z hľadiska riadenia dôležitým faktorom riadenia celej siete, je závislé od prepravného výkonu (množstva plynu za časovú jednotku napr. m<sup>3</sup>/deň) znížený o čas opráv a údržby. Z týchto hľadísk sa zdá byť úzkym miestom tranzitná sieť Ukrajiny. Slovensko má ešte rezervy pre možné zvýšenie prepravovaných množstiev.

$$UMS = \min_{j''} \{P_j(1 - TI)\}$$

view, the gas transit in SR is one of the elements of the entire transit network.

From the aspect of the transit volume 70 – 80 mld. m<sup>3</sup>/year is Slovakia a strategic element of the entire European transit network. Veľke Kapusany is a knot with the biggest transport capacity of 300 mil/m<sup>3</sup>/day in comparison with the second largest transit amount in Poland, the Slovakia 80 – 90 mil/m<sup>3</sup>/day shows the position of the entire network. However SR as one element in the network, is despite the above mentioned fact not the bottleneck of the chain itself.

Bottleneck is a system element; which with its actual performance limits the transit.

Bottleneck – is from the aspect of management an important factor of managing the entire network, and depends on the transit capacity (amount of gas per time unit such as m<sup>3</sup>/day) reduced by the time of repairs and maintenance.

From those points of view is the bottleneck the transit network of Ukraine. Slovakia still got some spare capacities for a potential increase of transit amounts.

UMS – úzke miesto systému

$P_j$  – je prepravný výkon úseku  $J$  za časovú jednotku T [ $m^3/T$ ]

TI – je prestoj systému zapríčinený opravami a údržbou [%]

T – časová jednotka [deň, hodina]

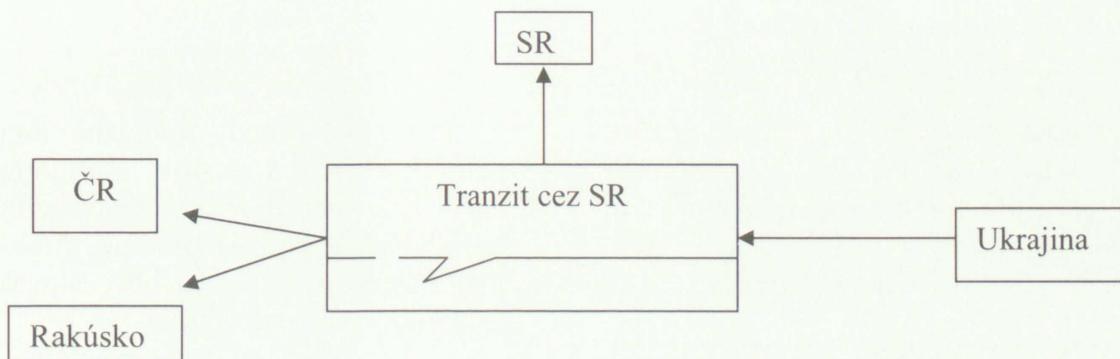
$$UMS = \min_{j''} \{P_j(1 - TI)\}$$

UMS – system bottleneck

$P_j$  – is the transit capacity of section  $J$  for the time unit T [ $m^3/T$ ]

TI – is the time delay caused by repairs and maintenance [%]

T – time unit [day, hour]



Obr. 2 Funkcia Slovenska v tranzitnom systéme  
Fig. 2 Function of Slovakia in the transit system

Ak sa pozrieme na tranzit plynu cez SR ako na prvok logistickej siete potom tento prvok realizuje činnosti prepravy a skladovania. Ak sa pozrieme na tieto činnosti z hľadiska metaprocesov [2], procesy môžeme rozdeliť podľa zmeny parametrov pohybujúcej sa substancie na:

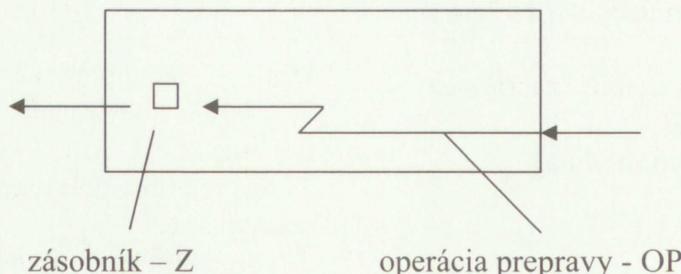
- a) spracovanie – kedy pri realizácii dochádza k zmene kvantitatívnych a kvalitatívnych parametrov,
- b) prepravy – dochádza ku zmene parametrov polohy,
- c) kumulácie – nemenia sa kvantitatívne ani kvalitatívne parametre, ani poloha, iba parameter času.

Operácia spracovanie je výrobná operácia, operácia prepravy a kumulácie je logistická operácia. Hlavné činnosti tranzitu sú preprava a kumulácia, preto tranzit plynu možno považovať za logistickú činnosť a firmu tranzit SPP za logistickú. Výnimku tvorí operácia kompresie plynu, tá by sa mohla považovať za výrobnú operáciu, ale jej úloha je zabezpečiť prepravu.

Then this element performs the activities of transport and storing. If we look at these processes from the aspects of meta-processes [2], the processes can be divided by the change of parameters of the moving substance into:

- a) Processing – when during the actual activity there is a change of quantitative and qualitative parameters.
- b) Transport – when during the activity there is a change of location
- c) Accumulation - when during the actual activity there is no change of quantitative and qualitative parameters, nor of location, but only of the time parameter.

The activity of processing is a production operation; the activities of transport and accumulation are logistics operation. The main activities of transit are transport and accumulation, thus the gas transit can be considered being a logistics.



Obr. 3 Časť potrubia ako logistický prvok  
Fig. 3 A section of the pipe as a logistics element

Potrubný systém z hľadiska logistiky je dopravný prostriedok, ale súčasne zásobník. Má jeden vstup z Ukrajiny, tri výstupy, smery - Rakúsko, Česko, Slovensko – distribučná sieť (obr. 2).

### 3. MIKROLOGISTICKÉ HLADISKO

Vnútornú štruktúru funkcí tvoria :

- a) kompresorové stanice
- b) potrubia
- c) ventily.

a) Tok vzniká vždy medzi dvomi bodmi o rozdielnych potenciáloch (vzniká rozdiel potenciálov) v danom prípade tlakoch [1]. Kompresorové stanice zvyšujú tlak plynu, čím zabezpečujú jeho pohyb k ďalšej kompresorovej stanici, resp. miestu odberu

b) icami sú segmentované cca každých 20 - 25 km. Po území SR preprava sa uskutočňuje po štyroch resp. piatich potrubiacach  $\varnothing$  1200 a 1400 mm. T.j. prepravný systém je paralelný systém obsluhy. Potrubia sú dopravný prostriedok a zároveň zásobník plynu, zásoba závisí od tlaku v potrubí a dĺžke potrubia

$$Q = d \cdot (P_p - P_{min}) \cdot S$$

$Q$  – množstvo plynu v potrubí [ $m^3$ ],  
 $d$  – dĺžka potrubia [m],

$P_p$  – tlak v potrubí [kPa],

$P_{min}$  – minimálny pracovný tlak [kPa],

$S$  – prierez [ $m^2$ ].

The pipe system from the logistics point of view is a mean of transportation, but at the same time a storage facility. It has one entrance from Ukraine, three exits into Austria, Czech Republic, Slovakia – distribution network (Fig.2).

### 3. MICRO-LOGISTICS ASPECT

The inner structure of facilities are composed of:

- a) compressor station
- b) pipes
- c) valves

a) The flow starts always between two points of different potential (a difference of potentials initiates) in the given example the pressures [1]. Compressor stations rises the gas pressure, hence providing its movement to next compressor station, or alternatively to the place of consumption.

b) The pipes between compressor stations are segmented by roughly 20 – 25 km. In Slovakia territory the transit is performed by four or five pipelines  $\varnothing$  1200 a 1400 mm. That means that the pipeline is a parallel service system. The pipelines are means of transportation and at the same time the gas storage facility, where the storage capacity depends on the pressure in the pipeline and its lengths.

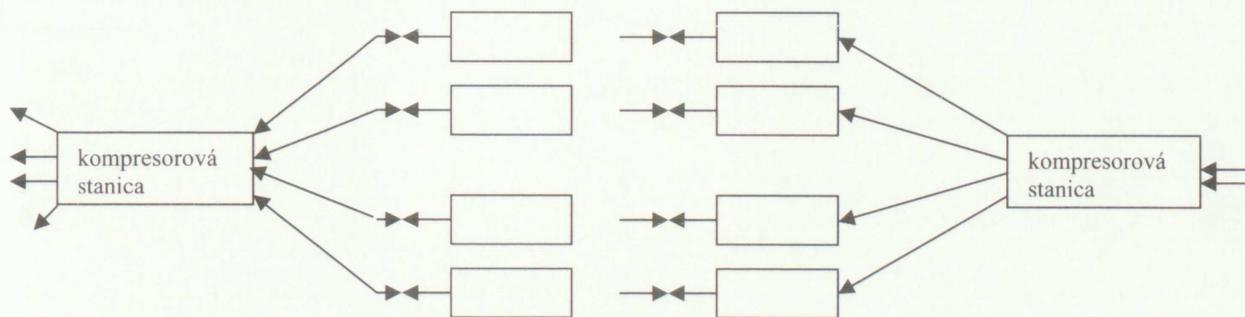
$$Q = d \cdot (P_p - P_{min}) \cdot S$$

$Q$  – the amount of gas in the pipeline [ $m^3$ ],  
 $d$  – the lengths of the pipeline [m],

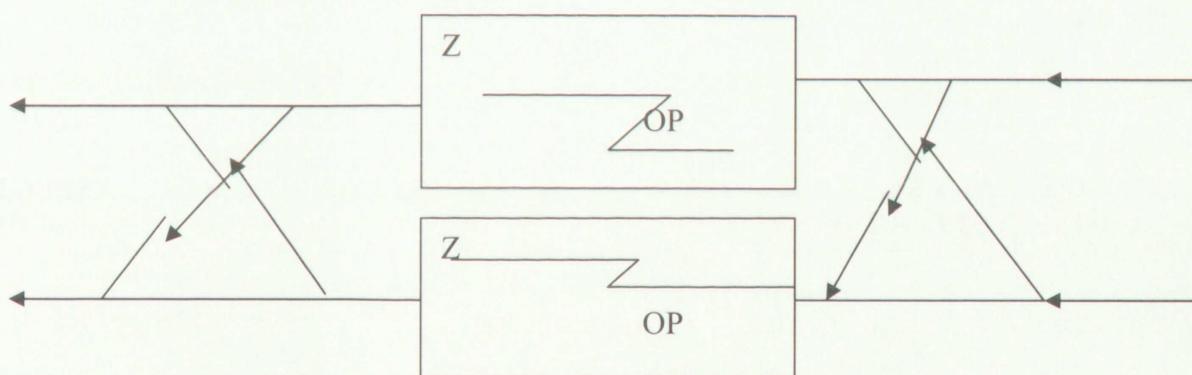
Potrubia sa dajú v určitých miestach navzájom prepájať a tým určity jeden segment (cca 40 - 45 km) v prípade poruchy, údržby sa dá vyčleniť dočasne z prepravy.

$P_p$  – the pressure in the pipeline [kPa],  
 $P_{\min}$  – minimal work pressure [kPa],  
 $S$  – diameter [ $m^2$ ].

The pipelines can be mutually interconnected, and that by a specific segment (circa 40 - 45 km long) can be in the case of breakdown or maintenance temporarily put out of the commission.



Obr. 4 Potrubný systém tranzitu ako paralelný systém obsluhy  
 Fig. 4 The gas transit system as parallel service system



Obr. 5 Prepojenie potrubí tranzitných plynovodov  
 Fig. 5 The interconnection of pipelines of gas transit

Prepravené množstvo plynu je dané

$$PM = S \cdot t \cdot P_p$$

t.j. aj keby kompresorová stanica prestala pracovať na určitý čas, kým klesne tlak na  $P_{\min}$  preprava pokračuje.

Preprava je proces, t.j. ak nie je odber – plyn sa neprepravuje. Jedno potrubie medzi dvoma kompresorovými stanicami sa člení a dá sa rozdeliť ako sériový systém obsluhy.

The transported amount of gas is given:

$$PM = S \cdot t \cdot P_p$$

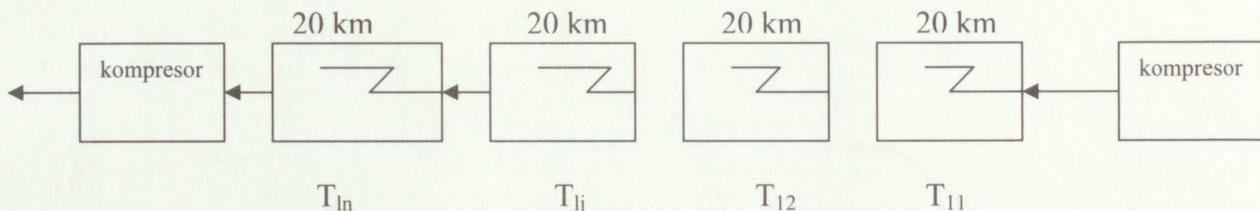
that means that even if a compressor station would stop working for a certain time, until the pressure drops to certain  $P_{\min}$  level, the transport still continues.

The transport is a process which means if there is no consumption; the gas is not being transported. One pipeline

Prepravný výkon je daný súčtom výkonov v jednotlivých potrubiach.

between two compressor stations can be classified as serial service system.

The transport performance is given by the sum of performances of all individual pipelines.



Obr. 6 Potrubie ako sériový systém obsluhy  
Fig. 6 The pipeline as a serial service system

$$\text{Výkon tranzitu } V_T = \sum_i V_{Pi}$$

$V_{Pi}$  – prepravný výkon v jednotlivých potrubiach

Prepravný výkon je daný priepustnosťou úzkeho miesta

$$V_{Pi} = \min_{i=1,\dots,n} \{T_{in}\}$$

$$\text{Transit capacity } V_T = \sum_i V_{Pi}$$

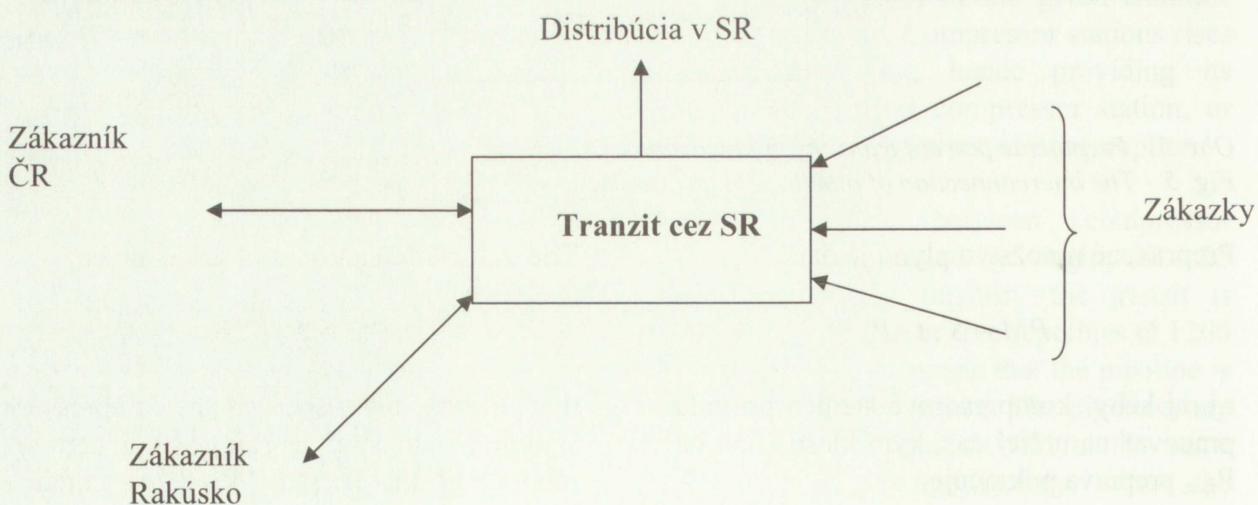
$V_{Pi}$  – transit performance in individual pipelines

The transit performance is given by the throughput of the bottleneck.

$$V_{Pi} = \min_{i=1,\dots,n} \{T_{in}\}$$

#### 4. TRANZIT PLYNU Z HĽADISKA KOMERČNEJ LOGISTIKY

#### 4. MICRO-LOGISTICS ASPECT



Obr. 7 Tranzit z hľadiska komerčnej logistiky  
Fig. 7 Transit from the aspect of commerce logistics

Tranzit z hľadiska obchodu sa chová ako „čierna skrinka“. Plyn, ktorý si kúpi zákazník (ako tovar) mu prepraví napr. z ukrajinskej hranice napr. do Rakúska.

Tovar – plyn je definovaný množstvom a časom, za ktorý je ho potrebné prepraviť a miestom odberu. Cena závisí na objednanie kapacity, na mieste vstupu a výstupu z prepravnej sústavy.

Virtuálne sa distribúcia (čierna skrinka) chová ako „distribučný uzol“ o určitej kapacite, ktorú je schopný prepraviť plyn vo všetkých smeroch, t. j. fiktívne aj napr. z Rakúska na Slovensko, ale fyzický tok plynu ide vždy v smere Ukrajina – Slovensko – Rakúsko.

Tento prístup neumožňuje chápanie tranzitu ako určitej kapacity. Ak napríklad sa uskutoční tranzit Rakúsko → SR → ČR o množstve  $M_1$  prepravované množstvo pre Rakúsko sa zníži o  $M_1$  a prepravované množstvo do ČR sa zvýši o  $M_1$  a pod.

Ekonomické podmienky zákazníkov závisia na objednanej kapacite a dĺžke trvania kontraktu. Zákazníci môžu mať objemové rabaty.

## 5. MOŽNOSTI MODELOVANIA TRANZITU PLYNU

Vyššie uvedený prístup umožňuje transformovať tranzit plynu ako systém hromadnej obsluhy. Pretransformovať ho zo spojitého reálneho fungovania na abstraktné diskrétny systémy.

Pre takéto systémy nie je možné použiť analytické modely platné pre systémy hromadnej obsluhy. Zložitosť štruktúry a vzájomné väzby jednotlivých prvkov je možné modelovať pomocou simulačných systémov ako sú WITNES, EXTEND a pod.

Simuláciou vieme nájsť optimálne parametre systému a tieto využiť v prognózovaní, plánovaní, operatívnom a dispečerskom riadení tranzitu plynu.

Simuláciou vieme nájsť optimálne parametre systému a tieto využiť v prognózovaní, plánovaní, operatívnom a dispečerskom riadení tranzitu plynu.

The transit acts from the business aspect as a „black box“. The gas that is bought by the customer (as goods) is being transferred for example from Ukraine border for example into Austria.

Goods – the gas is defined by the quantity and the time, within which it is necessary to transfer the gas in the place of its final consumption. The price depend on the order capacity, entry point or nor the exit point.

Virtually the distribution (black box) behaves as a „distribution knot“ of certain capacity, where the gas is able to transfer into all direction, which means hypothetically for example from Austria into Slovakia, but the actual gas flow follows always the Ukraine – Slovakia – Austria direction.

This approach does not allow understanding the transit as a certain capacity. If for example the transit Austria – SR – CR has been done of  $M_1$  quantity, the transported amount for Austria decreases by  $M_1$  and the transported amount into CR increases by  $M_1$  or etc.

The economic condition customers are depend on the order amount and stability of the contract.

## 5. THE POSSIBILITIES OF GAS TRANSIT MODELLING

The above mentioned approach enables to transform the gas transfer into a multiple service system. To transfer the actual continual performance into an abstract discrete-event system.

For such systems it not possible to apply analytical models valid for multiple service systems. The structure complexity and relationships among the individual elements is possible to model using simulation systems such as WITNES, EXTEND etc..

Using the simulation we can find the optimal parameters of the system and subsequently use it for forecasting, planning as well as in the operative and control gas transit management.

## 6. ZÁVER

V článku je popísaný prístup k transformácii tranzitu plynu na procesy distribučných systémov hromadnej obsluhy a k vytvoreniu jeho abstraktného makro a mikrologistického modelu ako aj modelu z hľadiska komerčnej logistiky. Je pokusom ako namodelovať tranzit plynu do formy simulačného modelu.

## 6 CONCLUSION

This article describes the approach to transformation of gas transit into processes of distribution and multiple service systems and to the creation of its abstract macro and micro-logistics model as well as model considered from the aspect of commerce logistics. It is an attempt to model the gas transit into form of simulation model.

### Literatúra / References

- [1] Malindžák D., Takala J.: Projektovanie logistických systémov, EXPRES PUBLICIT, Košice, 2005
- [2] Malindžák D., Koštial I.: LOADO'2005, Úvodný referát
- [3] Straka M., Malindžák D.: Distribučná logistika, Košice, 2005
- [4] Malindžák D., Spišák J., Michalíková E.: Basic Logistic Model of Company, TRANSPORT AND LOGISTIC, Beograd 2001, ISSN 1451-107X
- [5] Malindžák D.: Výrobná logistika, Štropfek, 1997, Košice, ISBN 80-967636-6-0

Tento článok je časťou riešeného grantových projektov č. 1/0363/03 – Logistika prepravy a uskladňovania uhlíovodíkov ako súčasť strategickej logistiky materiálových tokov Euópy a Slovenskej republiky.

**Reviewal / Recenzia :** prof. Ing. Vladimír Vodzinský, CSc.