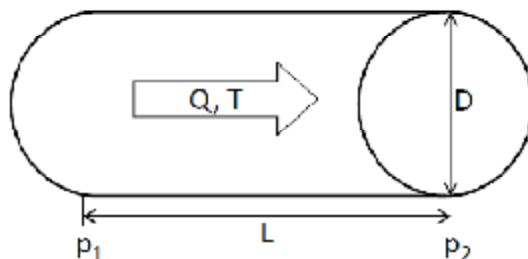


## VÝPOČTY TECHNICKÝCH KAPACIT PŘEPRAVNÍ SÍŤE NET4GAS

### 1. Technická kapacita – objemový průtok

Technická kapacita představuje obecně maximální možný objemový průtok reálného plynu potrubím za daných podmínek. Technická kapacita hraničního bodu přepravní soustavy představuje maximální množství plynu za jednotku času, které je operátor schopen převzít (či předat) ze (do) sousedící přepravní soustavy. Na velikost objemového průtoku (tedy i technické kapacity) má vliv celá řada parametrů, jejichž vzájemný vztah popisuje rovnice proudění. Předpokládáme, že plyn proudí ustáleně rovinným úsekem potrubí délky  $L$  a průměru  $D$  – Obr. 1. Rozdíl tlaků na koncích potrubí je  $p_1 - p_2$  (předpokládáme  $p_1 > p_2$ ) a průměrná teplota plynu v potrubí nechť je  $T$ .



Obr. 1

Rovnici proudění, která určuje velikost objemového průtoku, lze odvodit ze zákona zachování hybnosti proudícího plynu (rovnice kontinuity) a má obecně následující tvar:

$$Q = K \cdot \left( \frac{T_b}{P_b} \right) \cdot \left( \frac{P_1^2 - P_2^2}{GTLZf} \right)^{0.5} \cdot D^{2.5}$$

Kde:

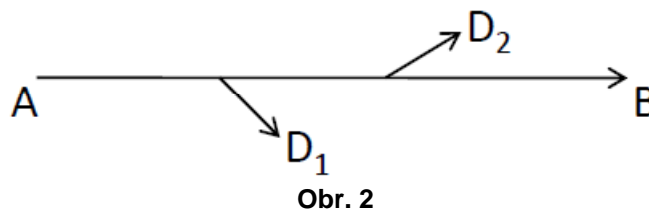
- Q – objemový průtok
- $P_1, P_2$  – tlak na počátku a konci potrubí
- L – délka potrubí
- D – průměr potrubí
- T – průměrná teplota plynu v potrubí
- $T_b, p_b$  – teplota a tlak plynu za vztažných podmínek
- G – relativní hustota
- Z – kompresibilitní faktor
- f – koeficient tření
- K – koeficient

Rovnice je stále ještě zjednodušená a nezahrnuje vliv rozdílu nadmořských výšek obou konců potrubí, lze z ní ovšem dobře vypočítat vliv jednotlivých parametrů na celkový průtok.

## 2. Vliv uspořádání sítě a reálných prvků na technickou kapacitu

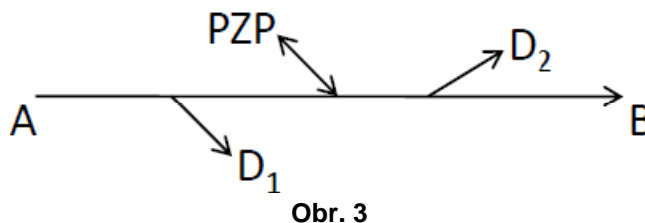
### 2.1 Vliv domácí spotřeby

Potrubí vede z bodu A do bodu B a na něm leží předávací body pro domácí spotřebu  $D_1$  a  $D_2$ , jak je znázorněno na Obr. 2. V těchto bodech je nutné dodržet minimální předávací tlak. Pokud tedy definujeme technickou kapacitu jako maximální možné  $Q$  vycházející z bodu B, musíme při zvyšování objemového průtoku mezi A a B dávat pozor na to, aby tlakový spád nebyl příliš velký a nedošlo k poklesu tlaku pod předávací tlak v místech  $D_1$  a  $D_2$ . Technická kapacita může tedy být omezena nutností dodržet minimální předávací tlaky pro domácí spotřebu a samozřejmě také faktem, že výsledná kapacita v bodě B závisí na rozložení a velikosti odběrů po trase mezi body A a B.



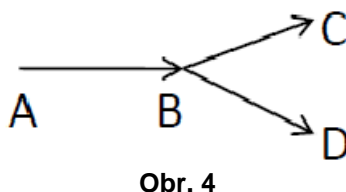
### 2.2 Vliv podzemních zásobníků

V případě napojení podzemního zásobníku plynu (PZP) na potrubí AB – viz. Obr.3. může PZP fungovat jako místo odběru (vtlačení) nebo jako místo dodávky (těžby) plynu, pro které je opět nutné dodržet minimální předávací tlaky. Vlivem těžby či vtlačení plynu do zásobníku bude docházet k jinému rozložení tlaku a objemového průtoku po délce potrubí a tím pádem se bude měnit i objemový průtok v bodě B, tj. PZP také mají vliv na technickou kapacitu.



### 2.3 Uspořádání sítě

Zásadním faktorem při počítání kapacit je také samotné uspořádání sítě. Na příkladě na Obr. 4. je teoreticky možné maximalizovat objemový průtok mezi B a C, ale zároveň již není možné maximalizovat průtok mezi B a D kvůli omezeným technickým možnostem úseku AB.

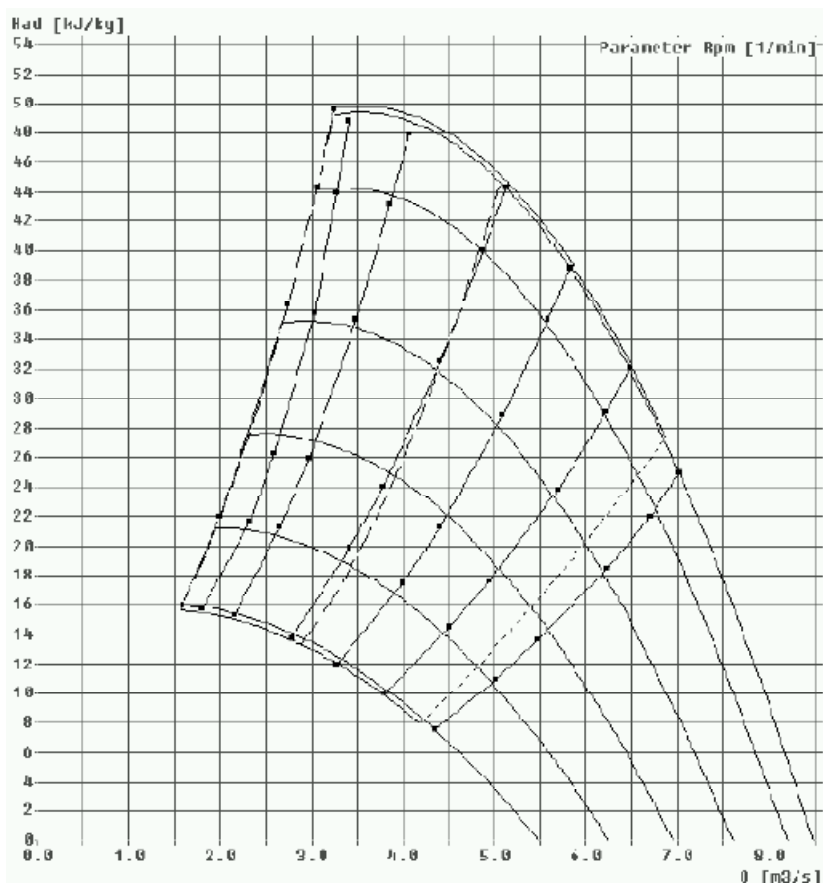


V těchto případech je třeba pro určení rozložení toku mezi úseky BC a BD vyjít z potřeb zákazníků, rozložení toků z minulých let, rozložení podle stávajících přepravních kontraktů a předpovědí.

## 2.4 Reálné prvky přepravní sítě

Kromě úseků potrubí obsahuje systém plynovodů ještě další prvky, které mají vliv na výslednou kapacitu:

- Trasové uzávěry – slouží k dispečerskému řízení, k odstavení úseku kvůli havárii, či opravám, ke změnám konfigurace plynovodní sítě apod. Jejich vlastní vliv na výslednou kapacitu je velmi malý, způsobují pouze jistou tlakovou ztrátu.
- Regulační ventily – slouží k regulaci tlaku či množství plynu procházejícího daným místem. Jsou nástrojem pro dispečerské řízení soustavy či pro umožnění průtoku plynu mezi trubkami s různým MOP (MOP = maximální provozní tlaková hladina). Při plném otevření regulačních ventilů je jejich vliv v podstatě stejný jako u trasových uzávěrů.
- **Kompresní stanice** – tlakové ztráty způsobené přepravou plynu na dlouhé vzdálenosti je třeba kompenzovat, aby byly dodrženy hodnoty předávacích tlaků na hraničních bodech a předávacích bodech pro domácí spotřebu či PZP. Za tímto účelem jsou instalovány kompresní stanice, které pomocí kompresních jednotek zvyšují tlak plynu v potrubí a umožňují tak jeho další přepravu. Možnost zvýšení tlaku je omezena buď maximálním provozním tlakem potrubí na výtlaku, nebo možnostmi samotného kompresoru a poháněcí jednotky. Ty jsou definovány tzv. pracovní charakteristikou a pracovním bodem, který se musí vždy nacházet právě uvnitř charakteristiky. Příklad takové pracovní charakteristiky je uveden na Obr. 5. Na svislé ose je vynesena měrná adiabatická práce a na vodorovné objemový průtok v parametrech na sání kompresoru.



Obr. 5 Pracovní charakteristika kompresoru (ilustrativní příklad)

### 3. Určení technických kapacit přepravní sítě NET4GAS

Všechny výše uvedené vlivy jsou zohledněny při určování technických kapacit jednotlivých bodů sítě N4G. Pro hydraulické výpočty sítě je využíván software SIMONE. Ten pro simulaci a optimalizaci přepravy a distribuce plynu využívá řadu pokročilých numerických metod, jako jsou:

- Metoda implicitní integrace – postupnou linearizací zabezpečuje systém proti parametrickým oscilacím
- Metoda dekompozice – využívá řídkosti matice systému rovnic při minimálních požadavcích na paměť a maximální urychlení výpočtu
- Gradientní metoda hierarchické optimalizace dynamických sítí – umožňuje optimalizaci stacionárních i přechodových jevů
- 

V SIMONE je namodelována celá přepravní síť a její parametry rozhodující pro určení dvou veličin, které nás nejvíce zajímají: tlak a objemový průtok v daném místě.

Při určení technické kapacity daného předávacího bodu soustavy postupujeme následujícím způsobem:

- I. Definujeme nejhorší možné scénáře z hlediska přepravy pro jednotlivé hraniční body, tj. výši domácích odběrů a to, zda ostatní hraniční body odebírají či dodávají plyn. Jedná se o parametry, které TSO nemůže ovlivnit.
- II. Na základě tlakových podmínek pro jednotlivé předávací body určíme maximální vstupní a výstupní kapacity v modelu a to pomocí co neoptimalnějšího řízení sítě a kompresních stanic v daném režimu přepravy.

Výsledné hodnoty musí splňovat následující:

- Jakákoliv možná kombinace přepravy, kterou teoreticky umožňují technické kapacity, musí být realizovatelná.
- Přeprava musí být realizovatelná při jakémkoliv odběru pro domácí spotřebu.