

Numerické modelování dynamiky plynů

Martin Franěk

Petr Kus

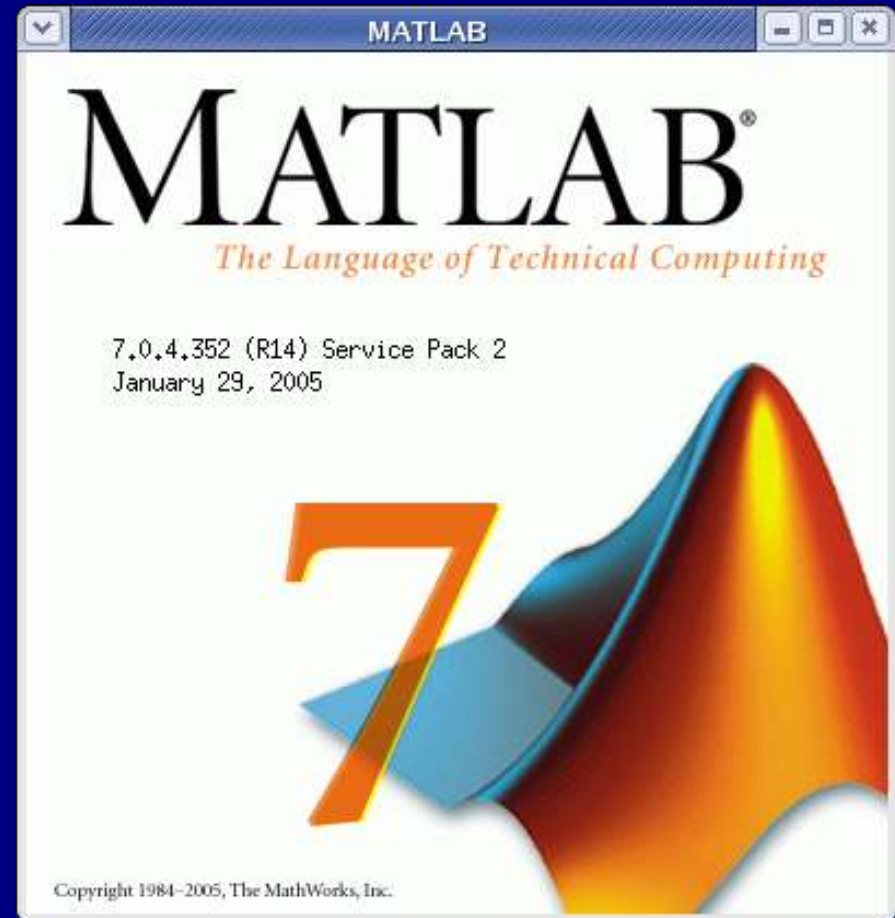
Michal Šiška

Viktor Valenta

Supervisorři:

Doc. Ing. Richard Liska, Csc.

Ing. Pavel Bureš



O čem bude řeč

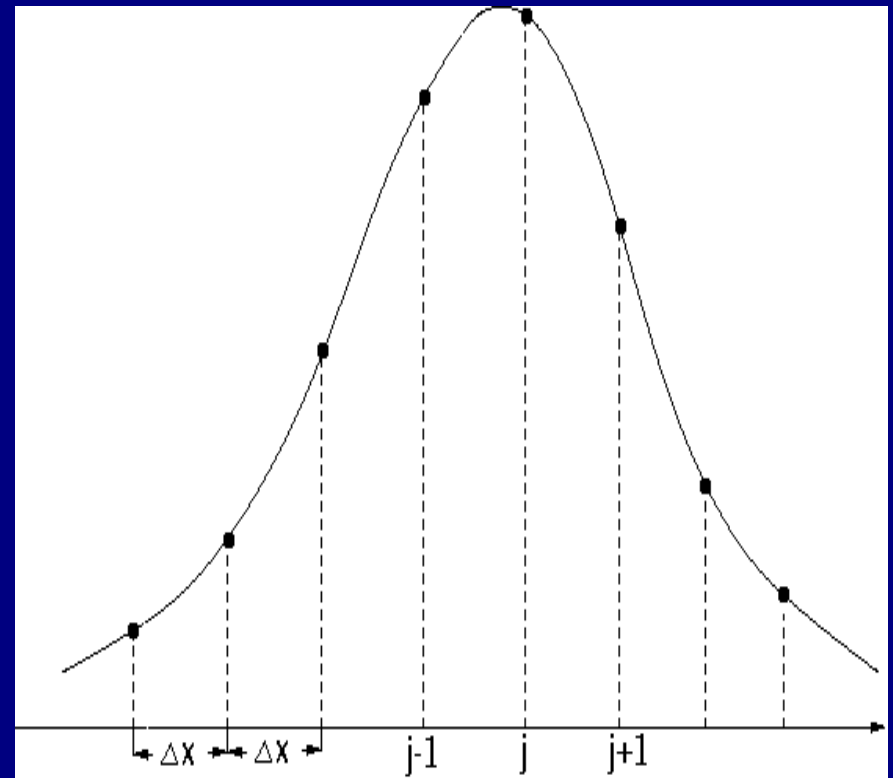
- Numerické modelování
- Výpočetní mřížka
- Diferenční schémata
- Zákony zachování
- Modelování dynamiky plynu

Možnosti řešení stavů

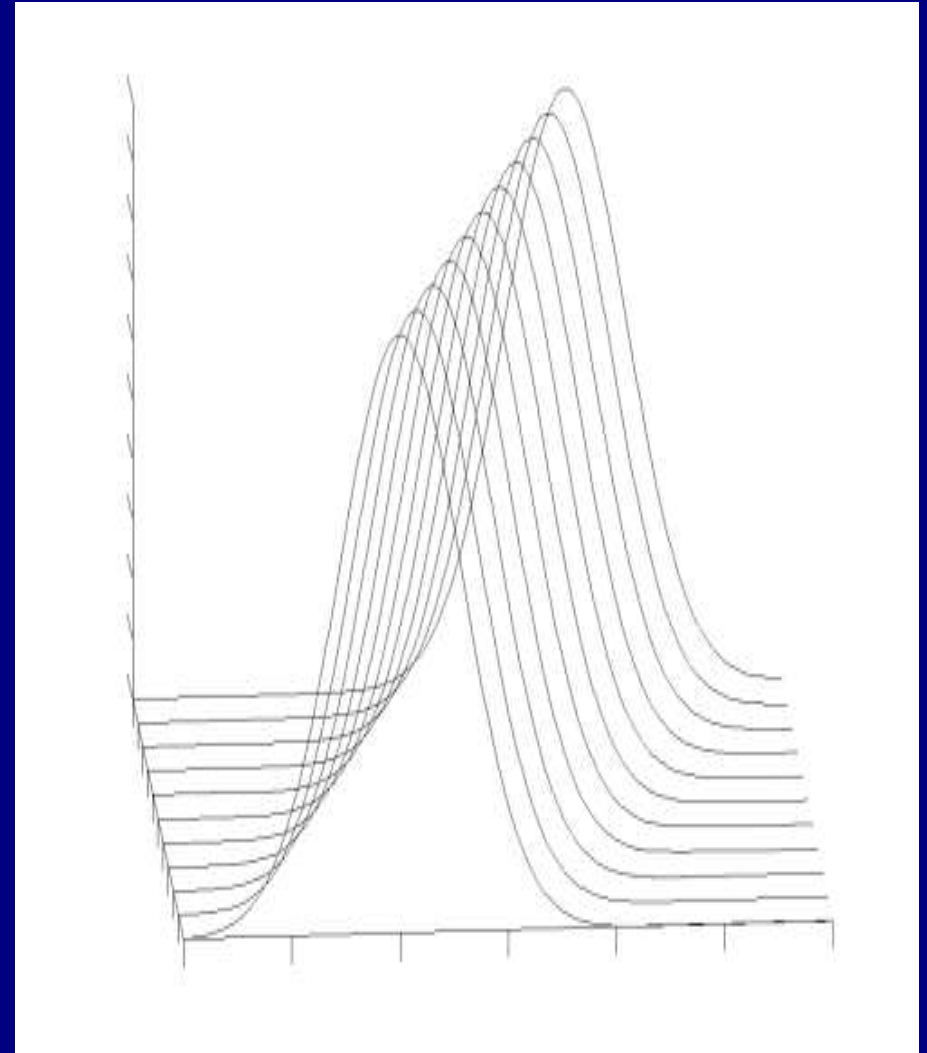
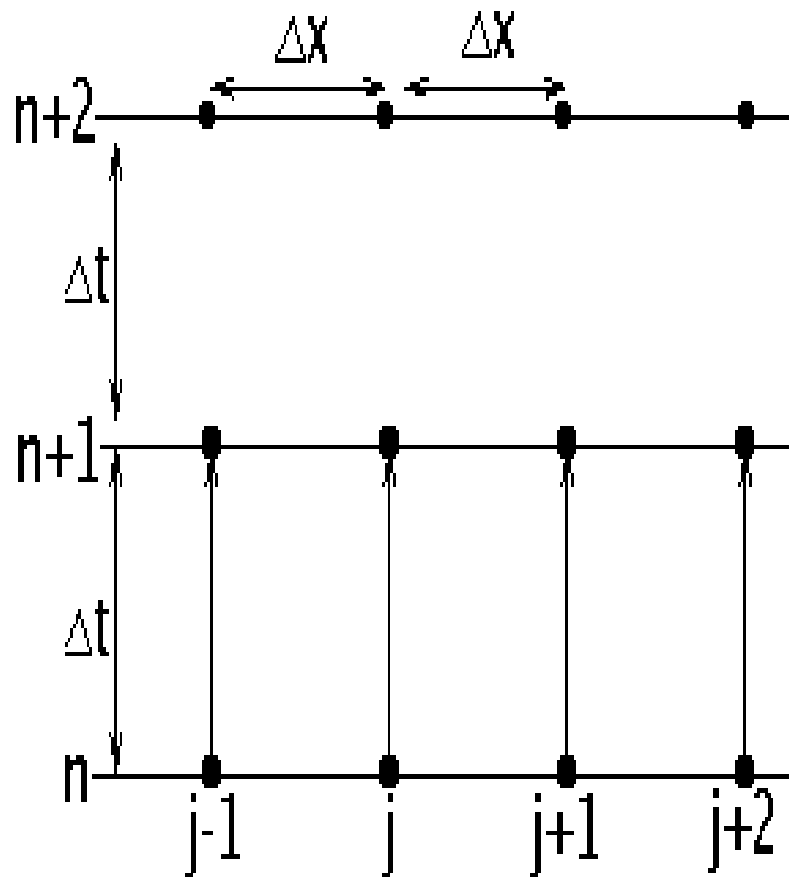
- Analytické řešení
 - komplikované
- Numerické řešení
 - univerzální
 - nepřesnosti

Numerické modelování

- Diskretizace funkce na množinu bodů
- Náhrada derivací diferencemi
- Kroky
- Možnost nestability

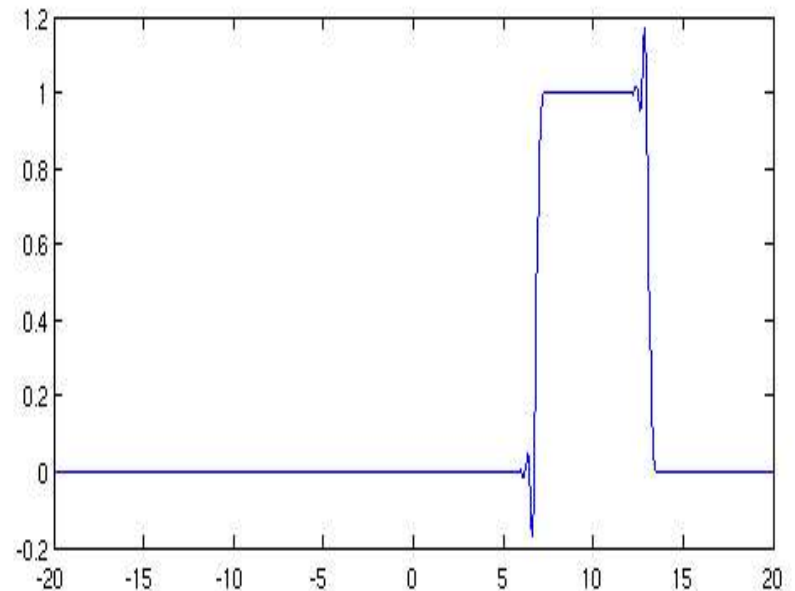
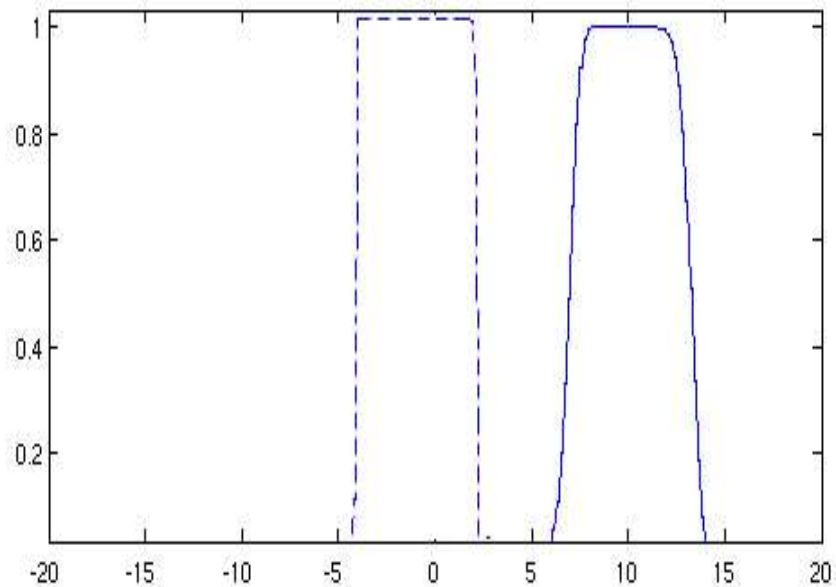


Výpočetní mřížka



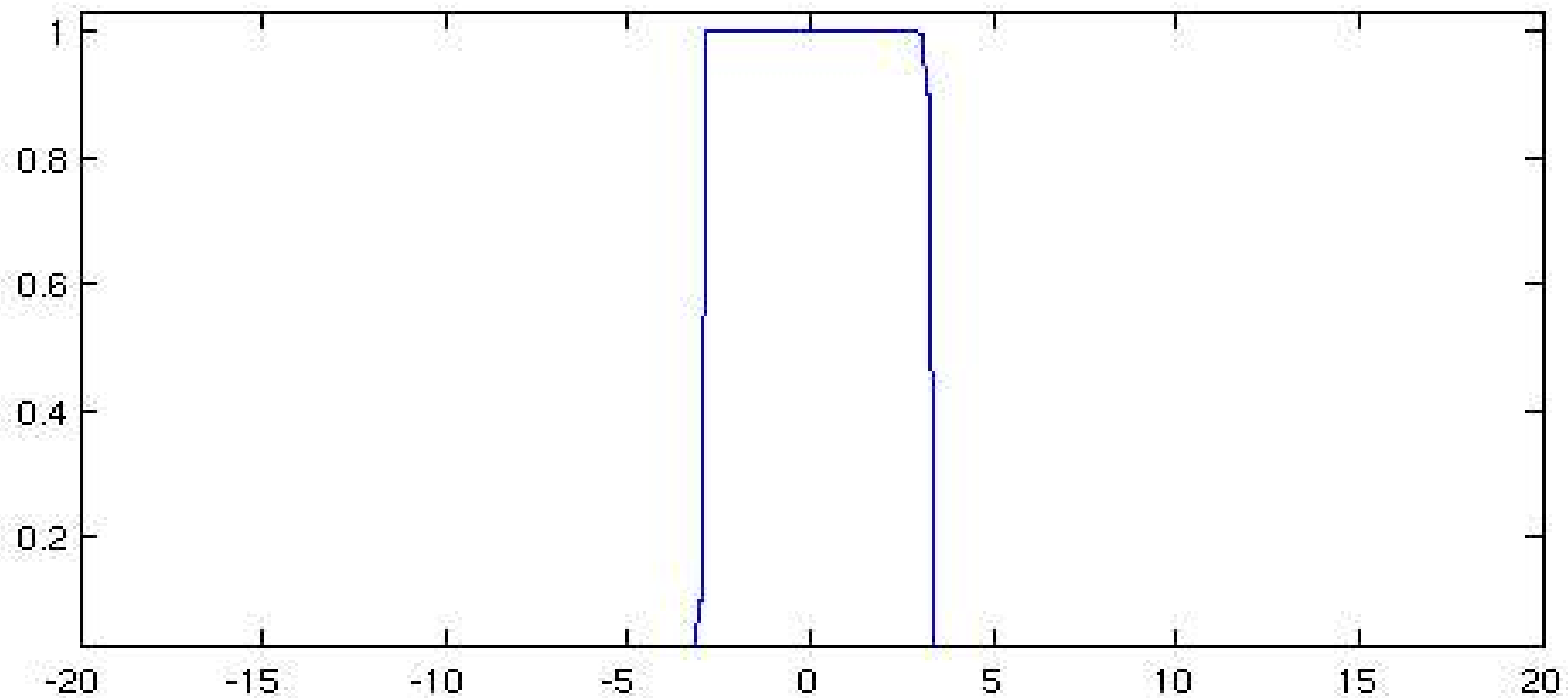
Diferenční schémata

- Postup vytvoření dalšího kroku
 - Lax-Friedrichs
 - Lax-Wendroff



Složená diferenční schémata

- LWLF_n
- LWLF₄



Zákony zachování Eulerovy rovnice

$$\rho_t + (\rho u)_x = 0$$

$$(\rho u)_t + (\rho u^2 + p)_x = 0$$

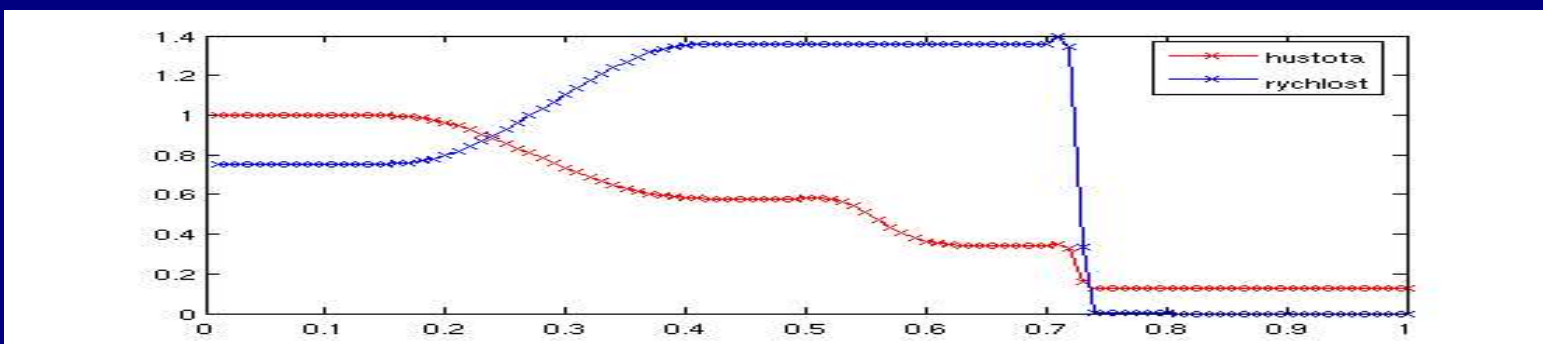
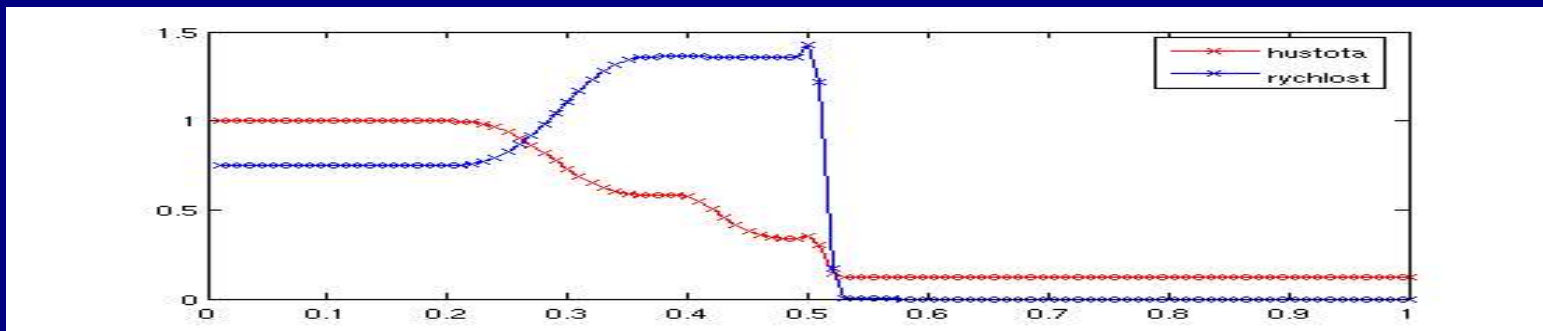
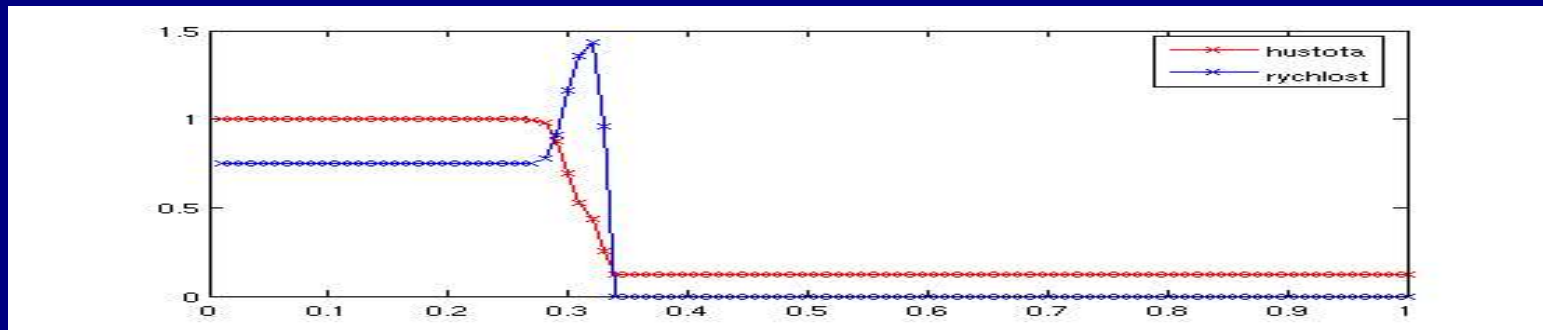
$$E_t + (u(E + p))_x = 0$$

Stavová rovnice pro ideální plyn

$$E = \frac{p}{\gamma - 1} + \rho \frac{u^2}{2}$$

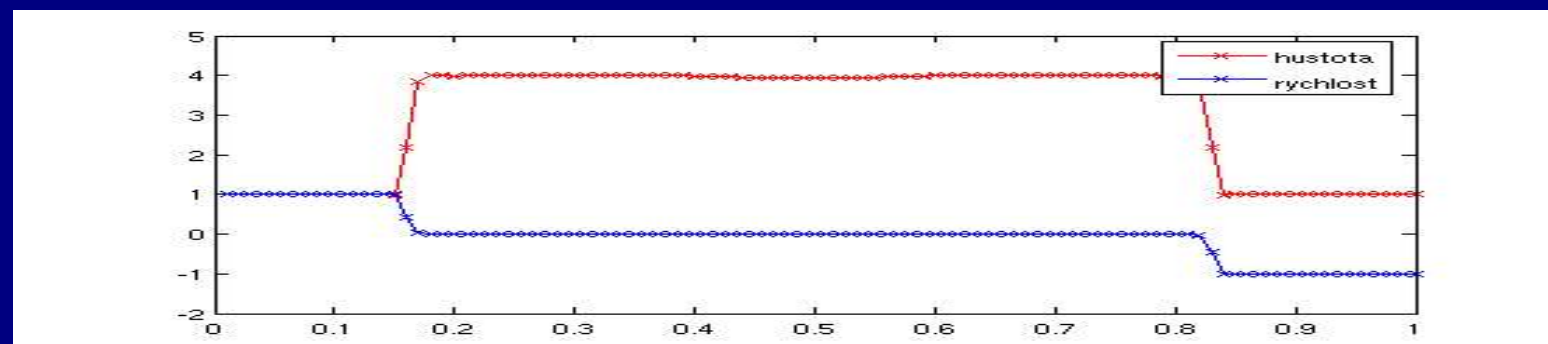
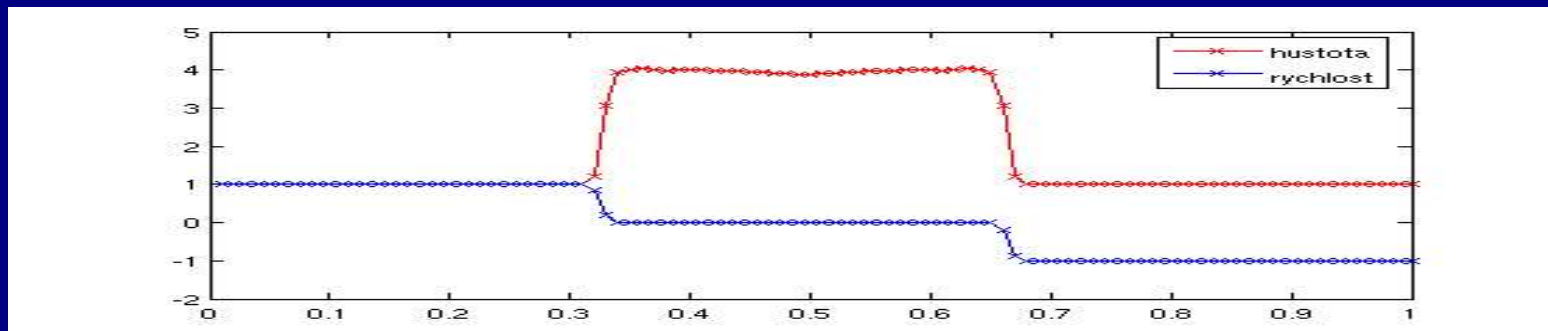
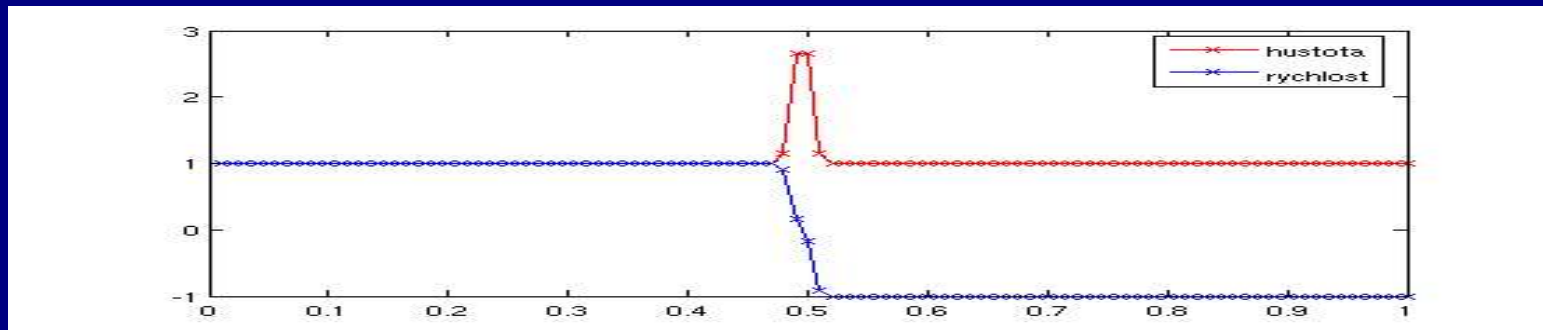
Riemannovy problémy

Vlevo proud hustého plynu, vlevo statický řidší plyn



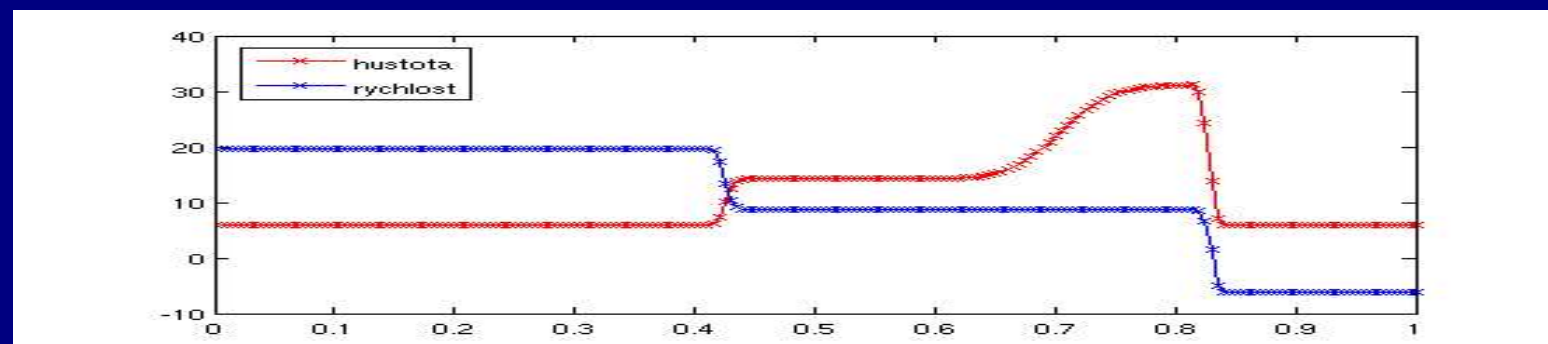
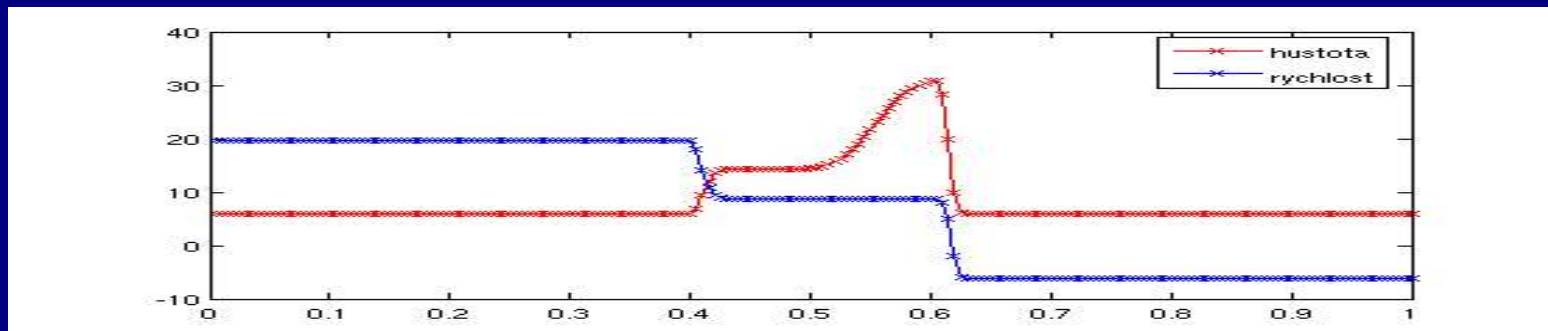
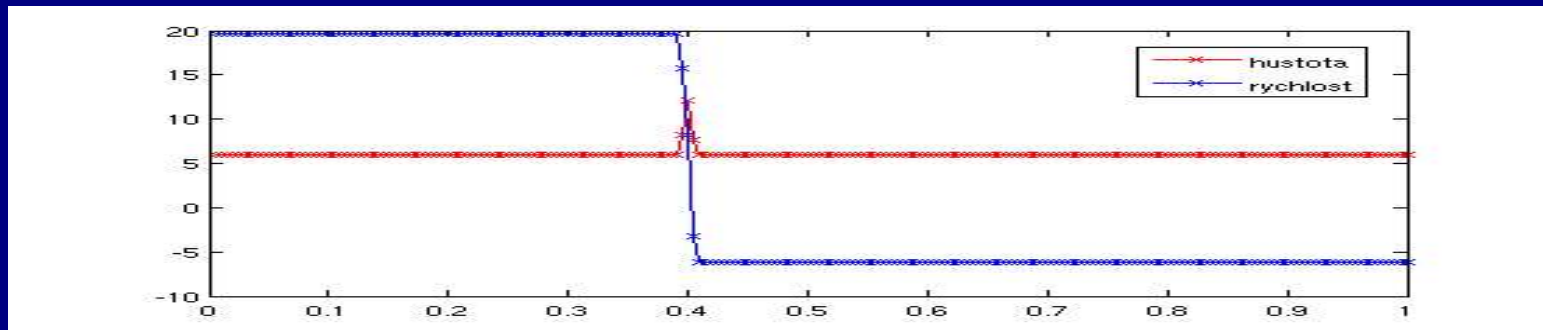
Riemannovy problémy

Srážka dvou stejně hustých plynů s opačnou rychlostí



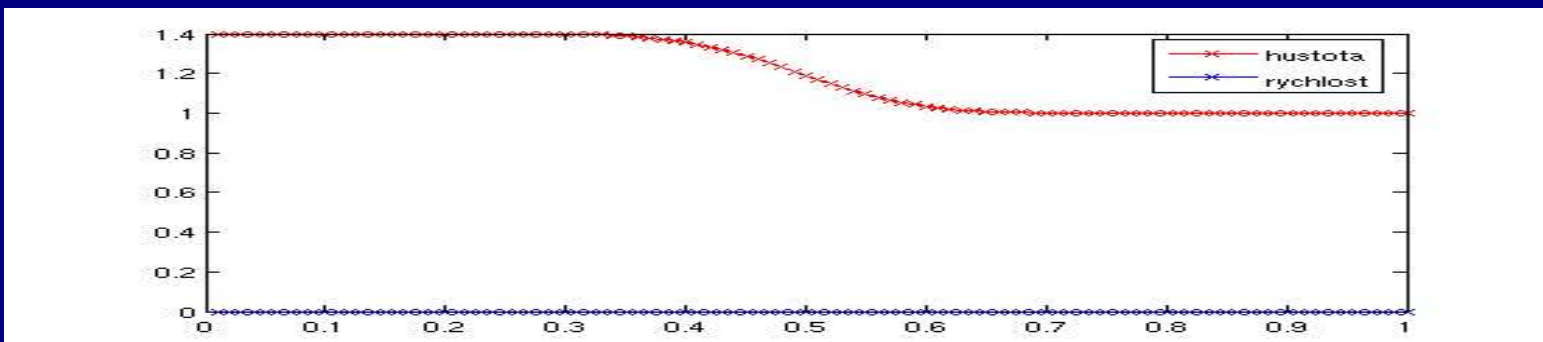
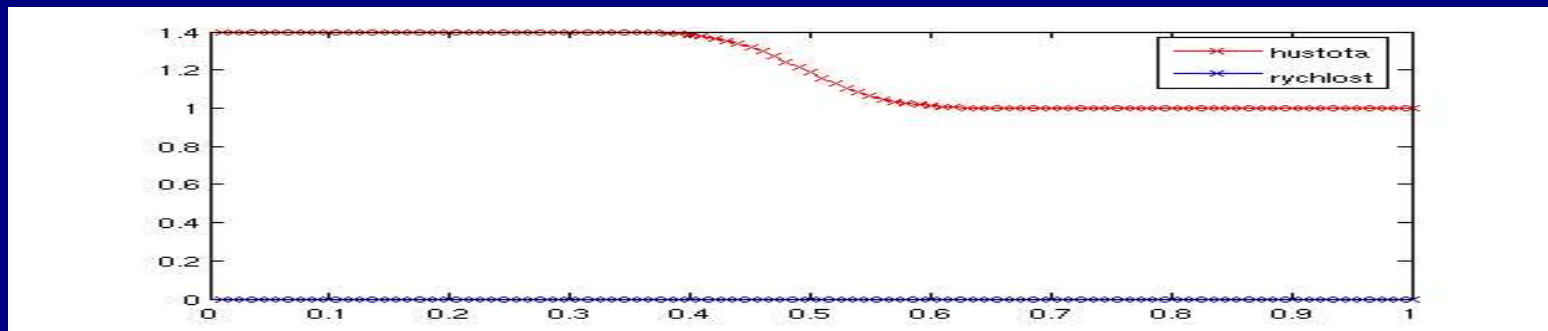
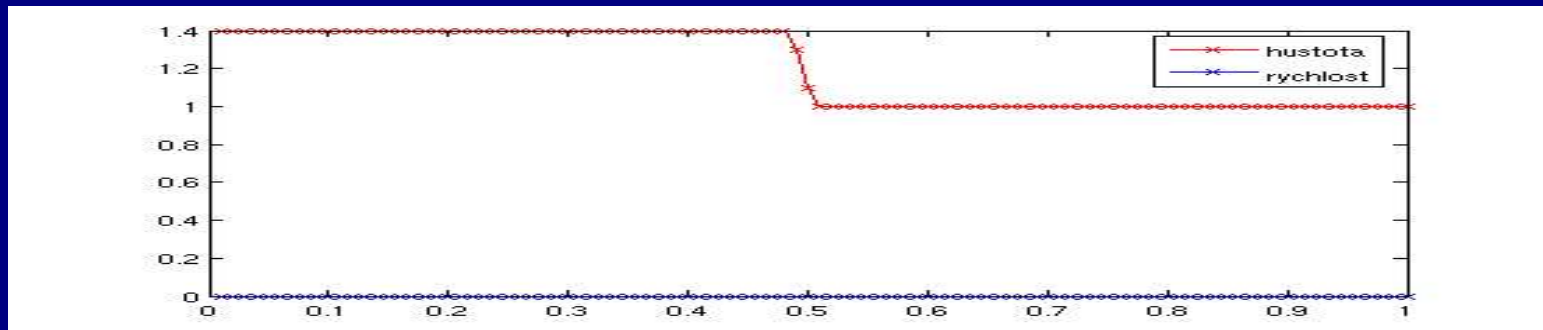
Riemannovy problémy

Proud plynu zleva se střetává s pomalejším proudem zprava



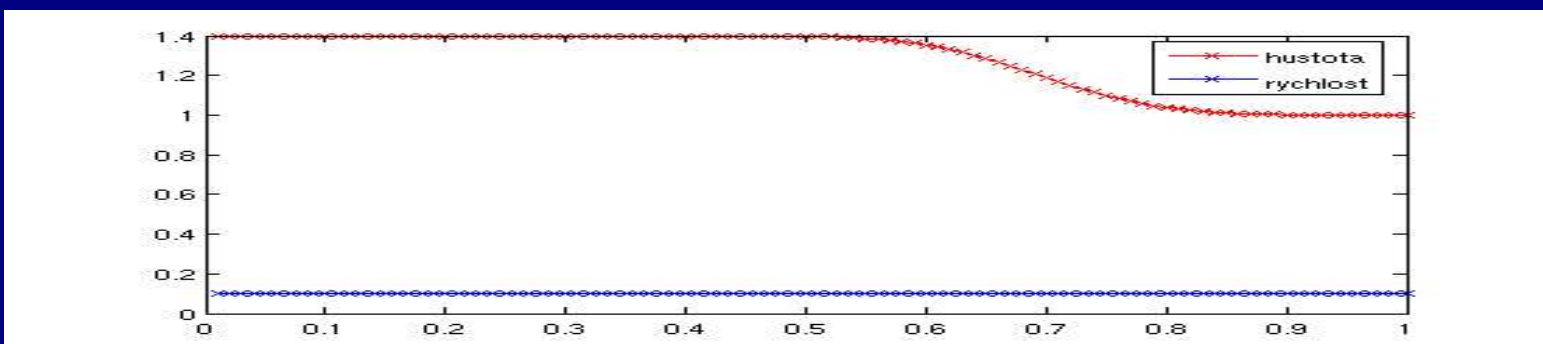
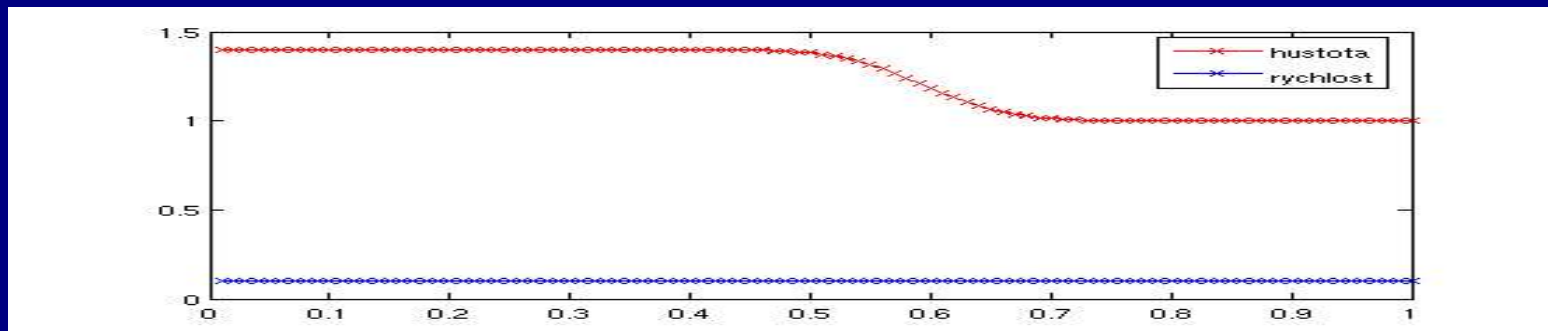
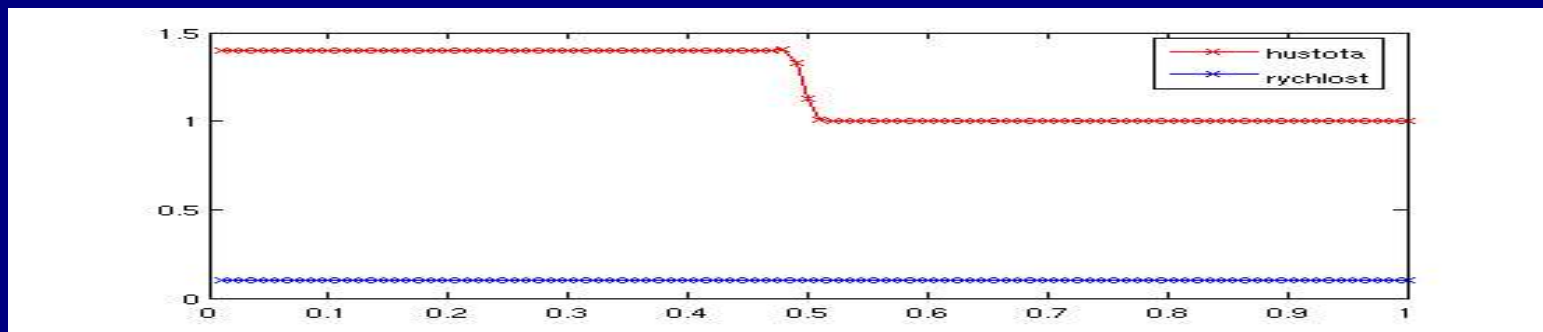
Riemannovy problémy

Vlevo hustší statický plyn, vpravo řidší statický plyn



Riemannovy problémy

Vlevo hustší plyn, vpravo řidší plyn, oba se stejnou rychlostí



O čem byla řeč

- Numerické modelování
- Výpočetní mřížka
- Diferenční schémata
- Zákony zachování, Eulerova rovnice
- Modelování dynamiky plynu
- Riemannovy problémy

Poděkování

- Fakultě jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT
- Ing. Vojtěchu Svobodovi za organizaci FT
- Supervisorům za neustávající podporu.
- Praotci Čechovi, že našel tuto vlast.