



doktorandská prezentace

CFD simulace proudění nad zvlněným povrchem

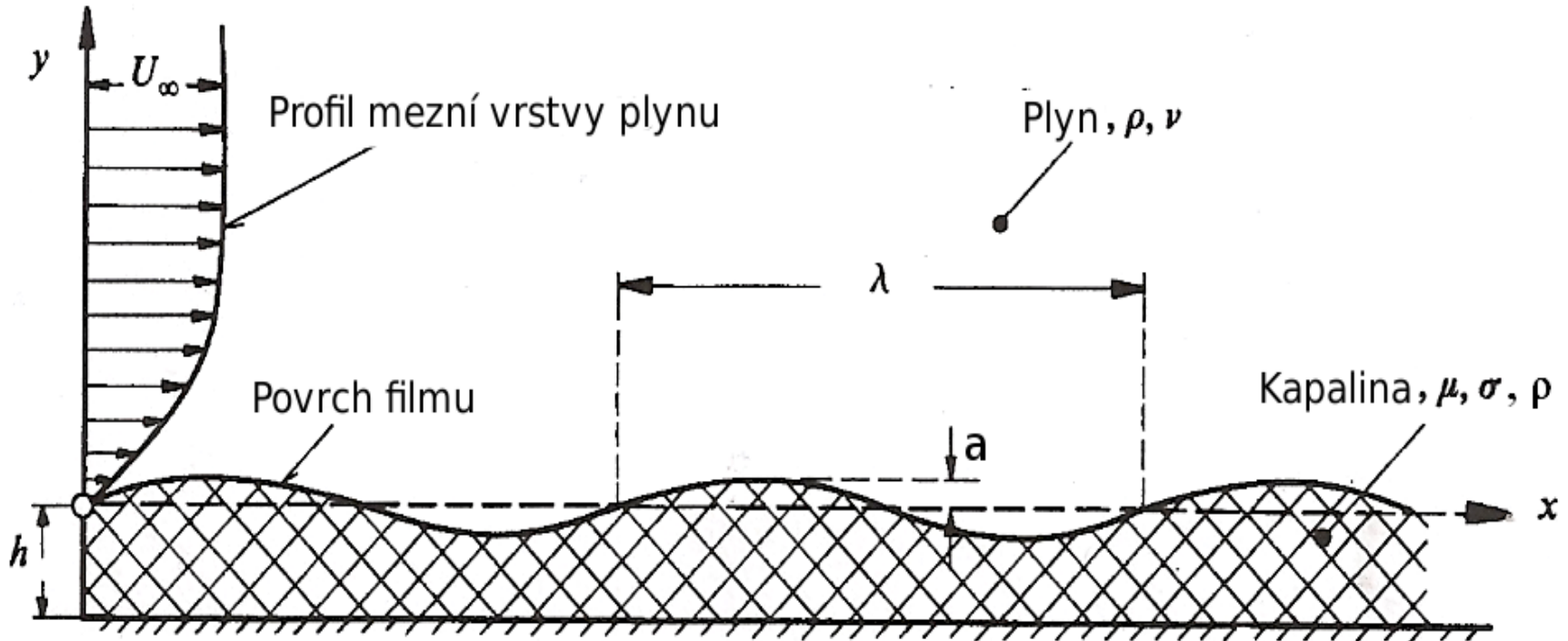
Stanislav Knotek

22.2.2011



Téma disertace

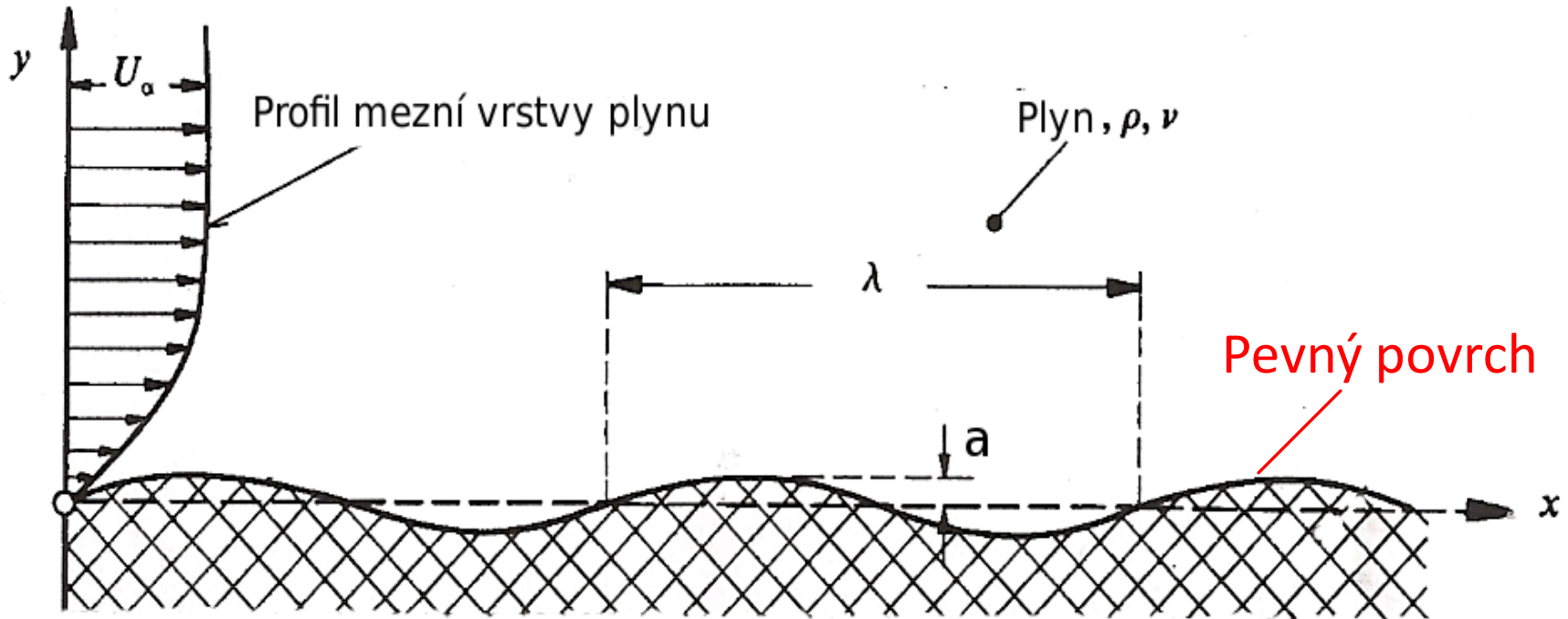
Nestability stěnového kapalinného filmu





Kvazistatický přístup

Proudění nad pevným povrchem



Studované veličiny $\left\{ \begin{array}{l} \text{Smyková napětí, } \tau(x,0) \\ \text{Tlakové síly, } P(x,0) \end{array} \right.$



Teoretický přístup výpočtu τ a P

Předpoklady:

- Ploché profil

$$a \ll \lambda, \quad a \ll \delta$$

- Pevný povrch

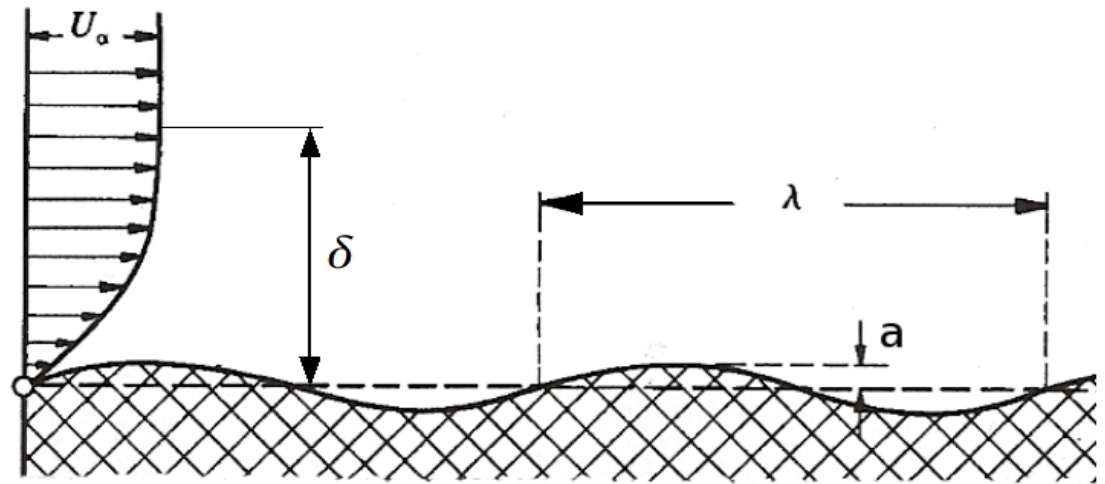
$$y = a \cos(\alpha x)$$

- Smykové napětí

$$\tau(x,0) = \bar{\tau} + \tau' = \bar{\tau} + a \left[\tau_{SR} \cos(\alpha x) - \tau_{SI} \sin(\alpha x) \right]$$

- Tlak

$$P(x,0) = \bar{P} + P' = \bar{P} + a \left[P_{SR} \cos(\alpha x) - P_{SI} \sin(\alpha x) \right]$$





Teoretický přístup výpočtu τ a P

Předpoklady:

- Plochý profil

$$a \ll \lambda, \quad a \ll \delta$$

- Pevný povrch

$$y = a \cos(\alpha x)$$

- Smykové napětí

$$\tau(x,0) = \bar{\tau} + \tau' = \bar{\tau} + a[\tau_{SR} \cos(\alpha x) - \tau_{SI} \sin(\alpha x)]$$

- Tlak

$$P(x,0) = \bar{P} + P' = \bar{P} + a[P_{SR} \cos(\alpha x) - P_{SI} \sin(\alpha x)]$$

Fázově posunuté
harmonické funkce



Motivace

- ověření předpokladů teoretického modelu
- získání závislostí

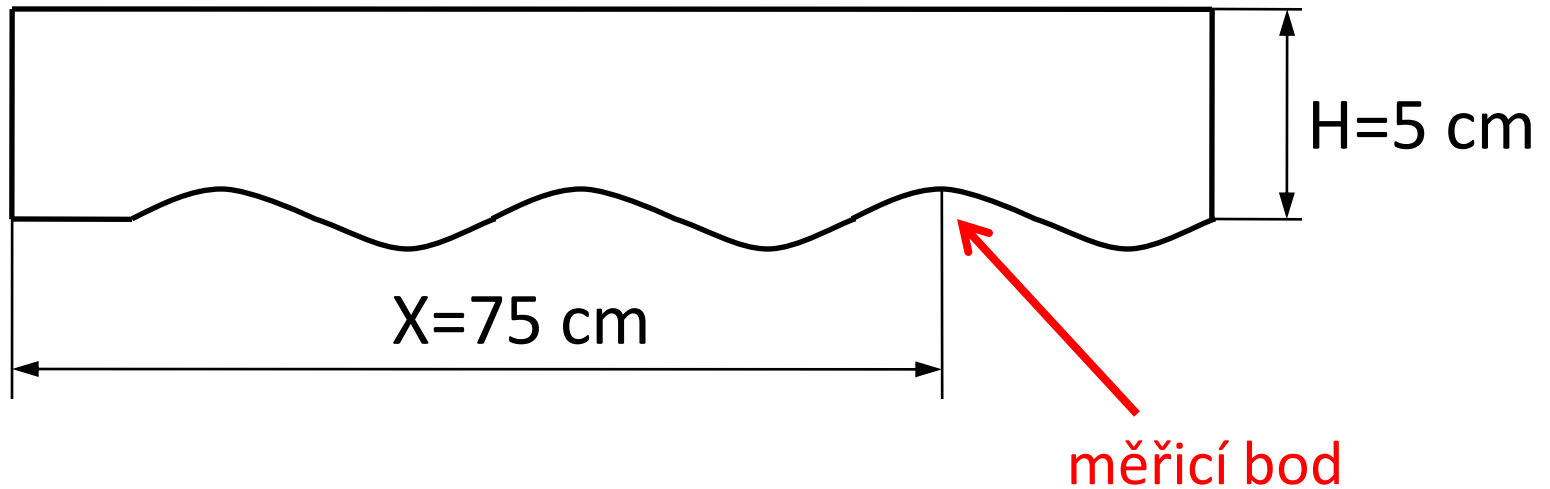
$$\tau = \tau(\lambda / a, U)$$

$$P = P(\lambda / a, U)$$

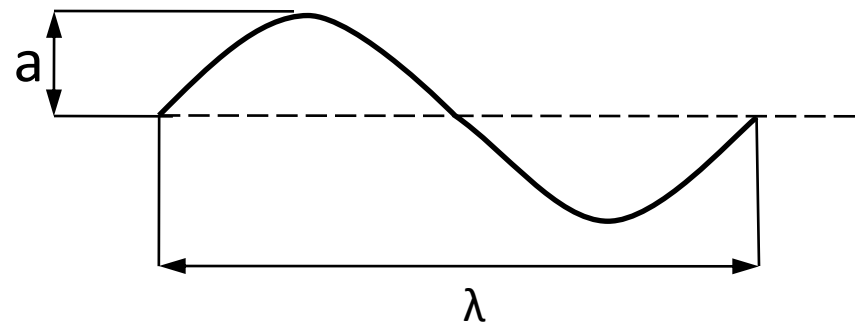
- získání veličin $\tau_{SR}, \tau_{SI}, P_{SR}, P_{SI}$
- porovnání dat s teoretickým modelem



Geometrie

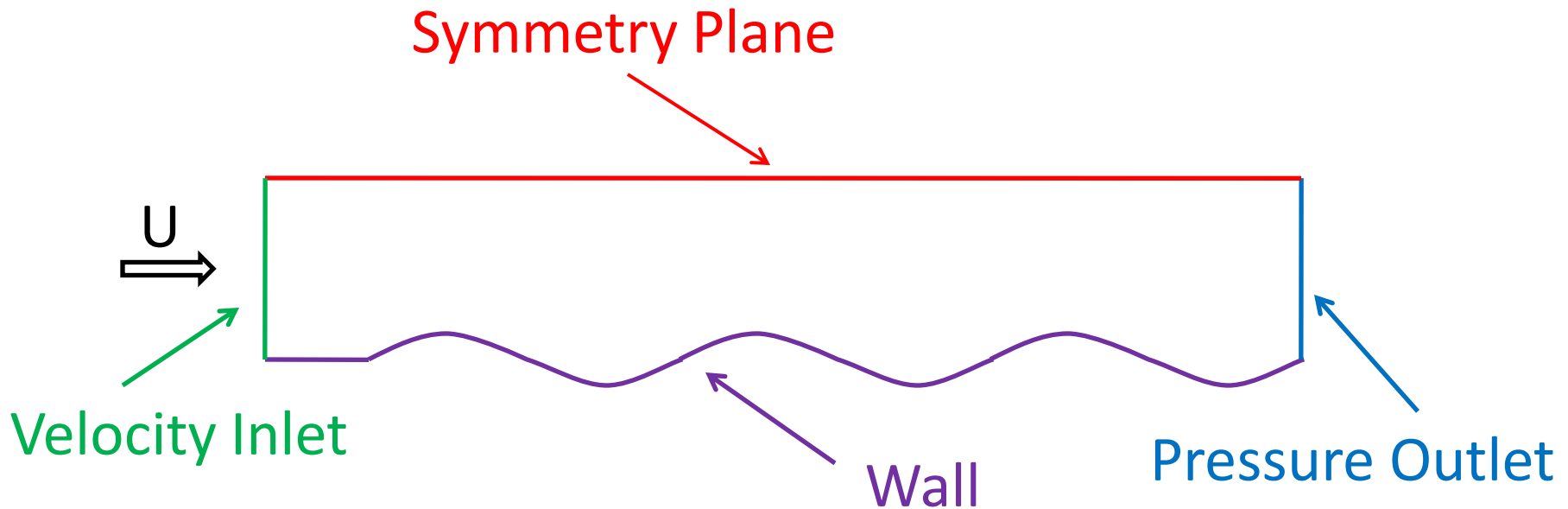


- $a=0,5 \text{ mm}$
- $\lambda=1-10 \text{ cm}$
- $\lambda/a=20-200$





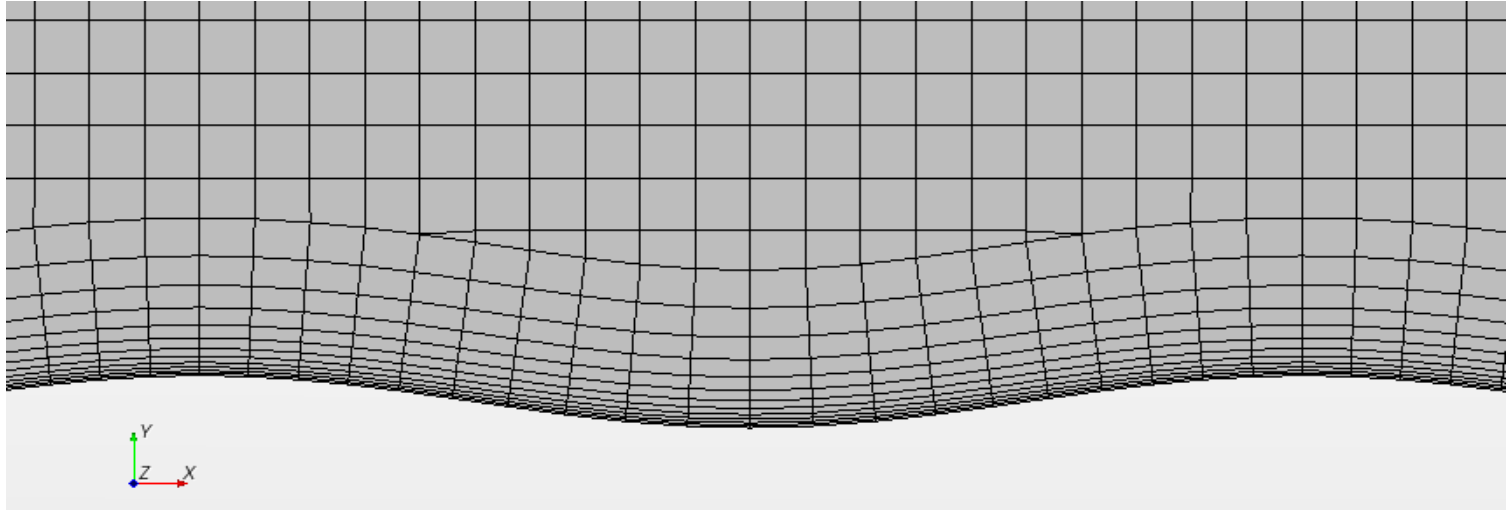
Okrajové podmínky



- U – pístový profil
 $U=2-20$ m/s



Mesh



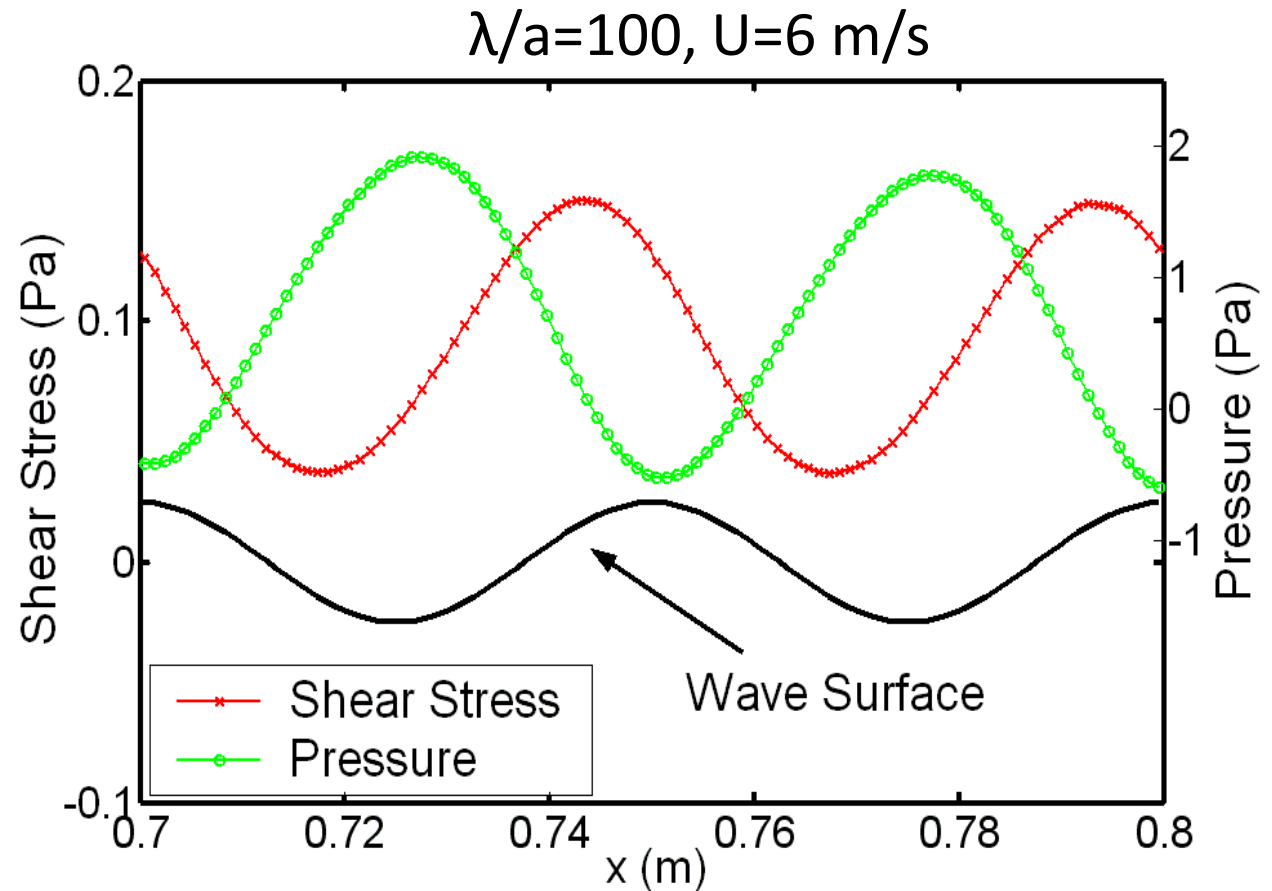
- 2D geometrie
- 60 000 Cells
- 12 Prism Layers
- počet buněk na vlnu 20-100



Vyhodnocení řešení

Charakteristika veličin τ a P

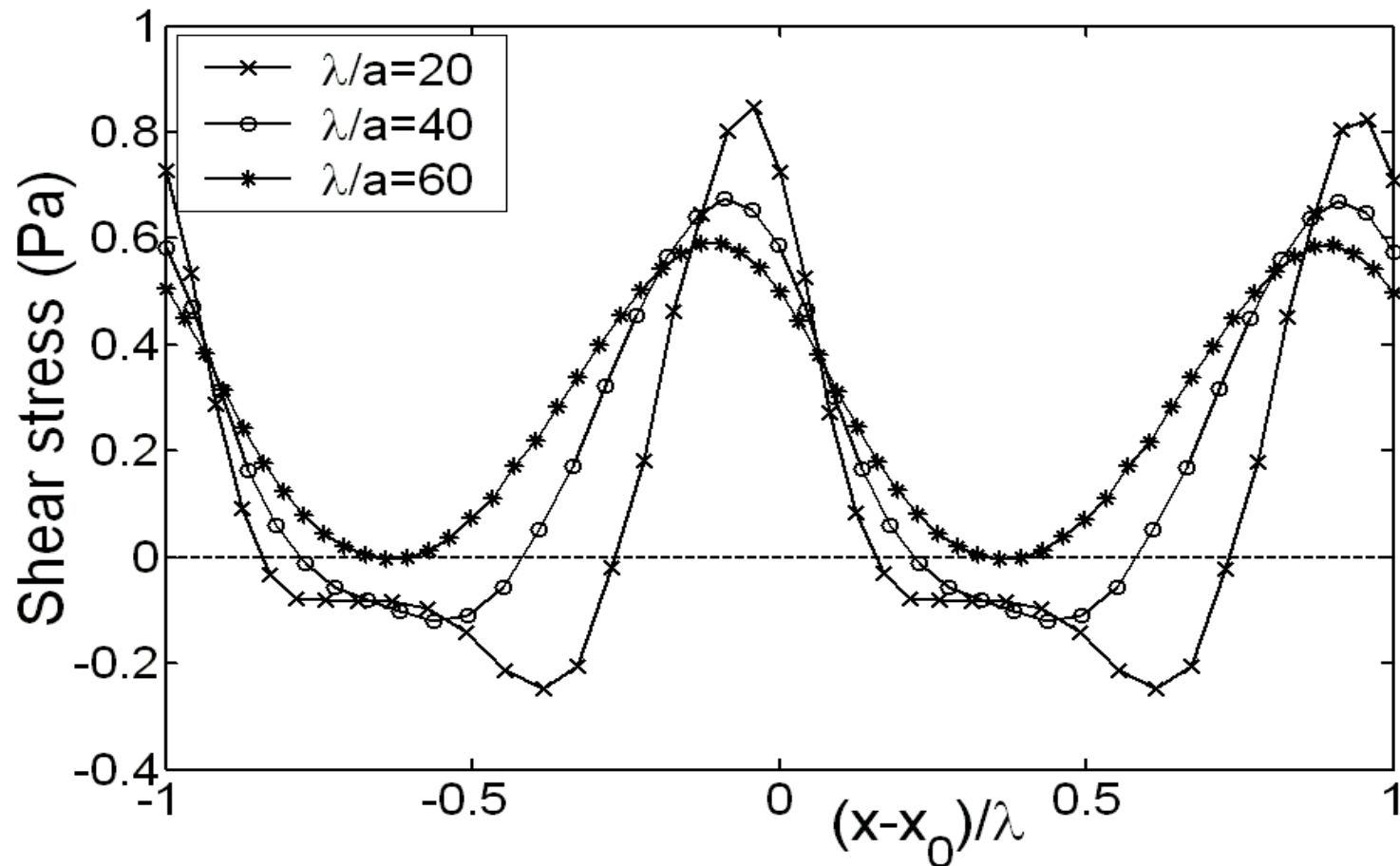
- Profily
- Amplitudy
- Fázová posunutí





Smykové napětí - profily

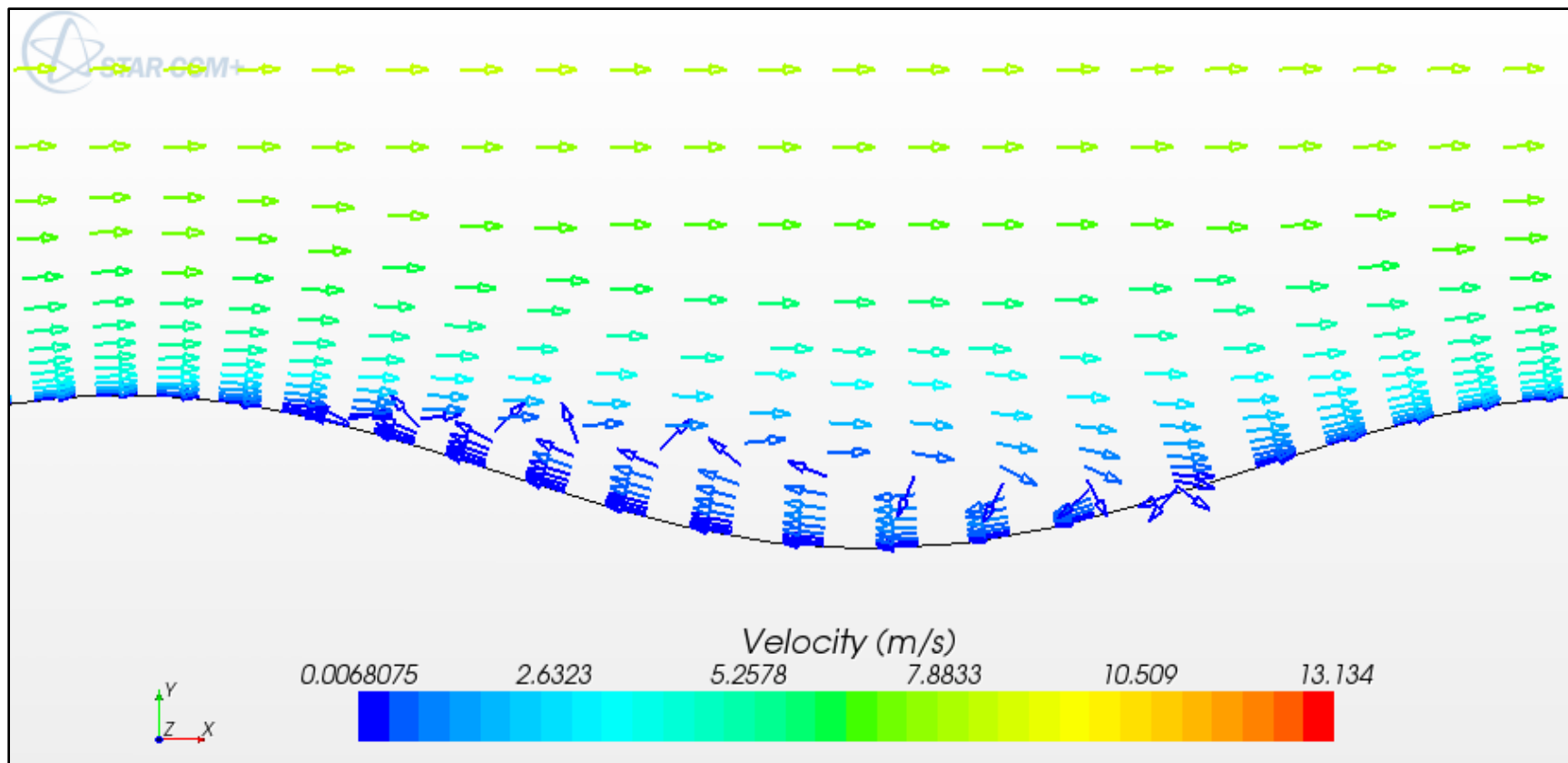
Profily smykového napětí τ_w , $U=12$ m/s





Smykové napětí - profily

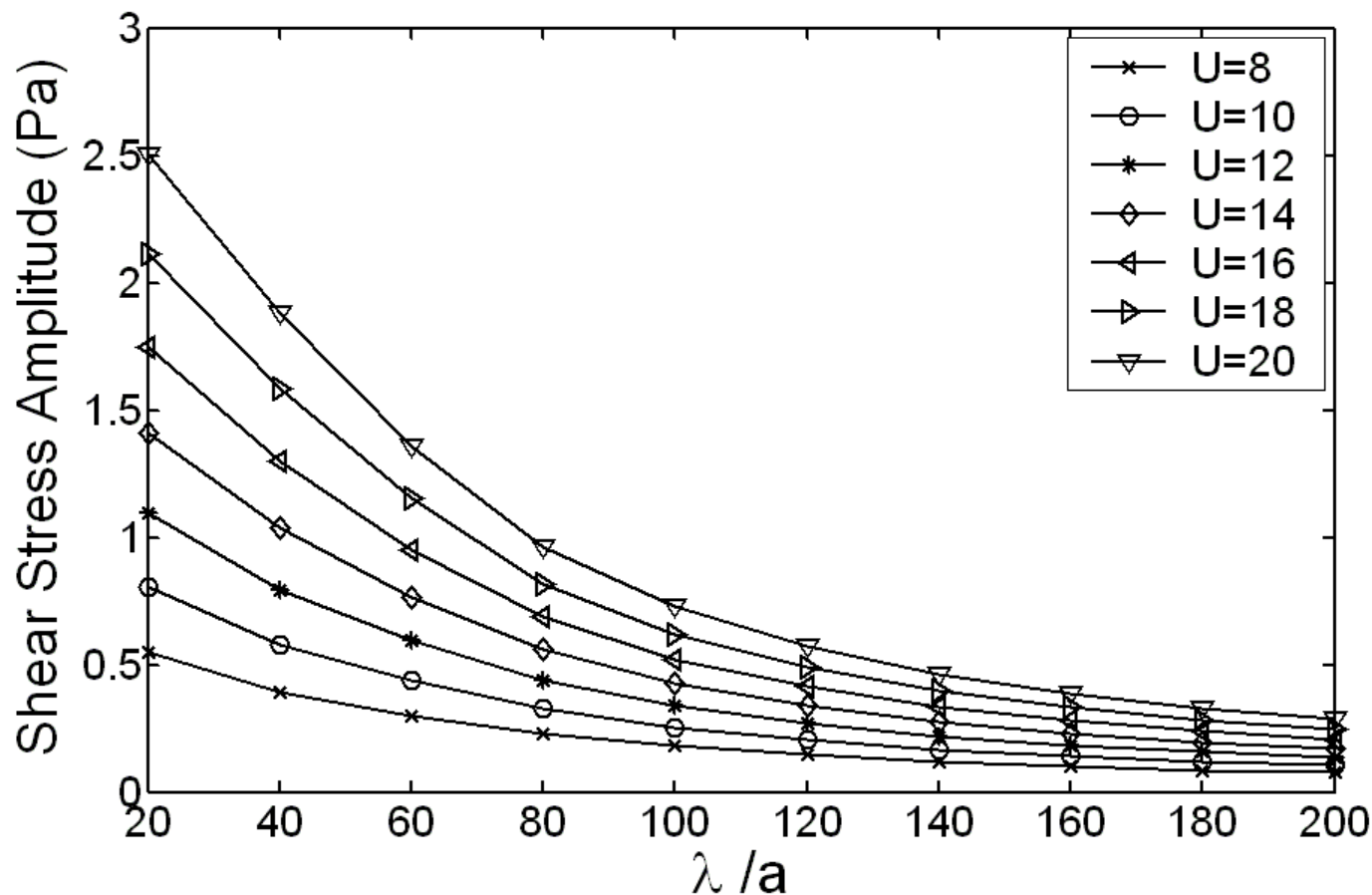
Ukázka zpětného proudění, $\lambda/a=20$, $U=12$ m/s





Smykové napětí – amplitudy

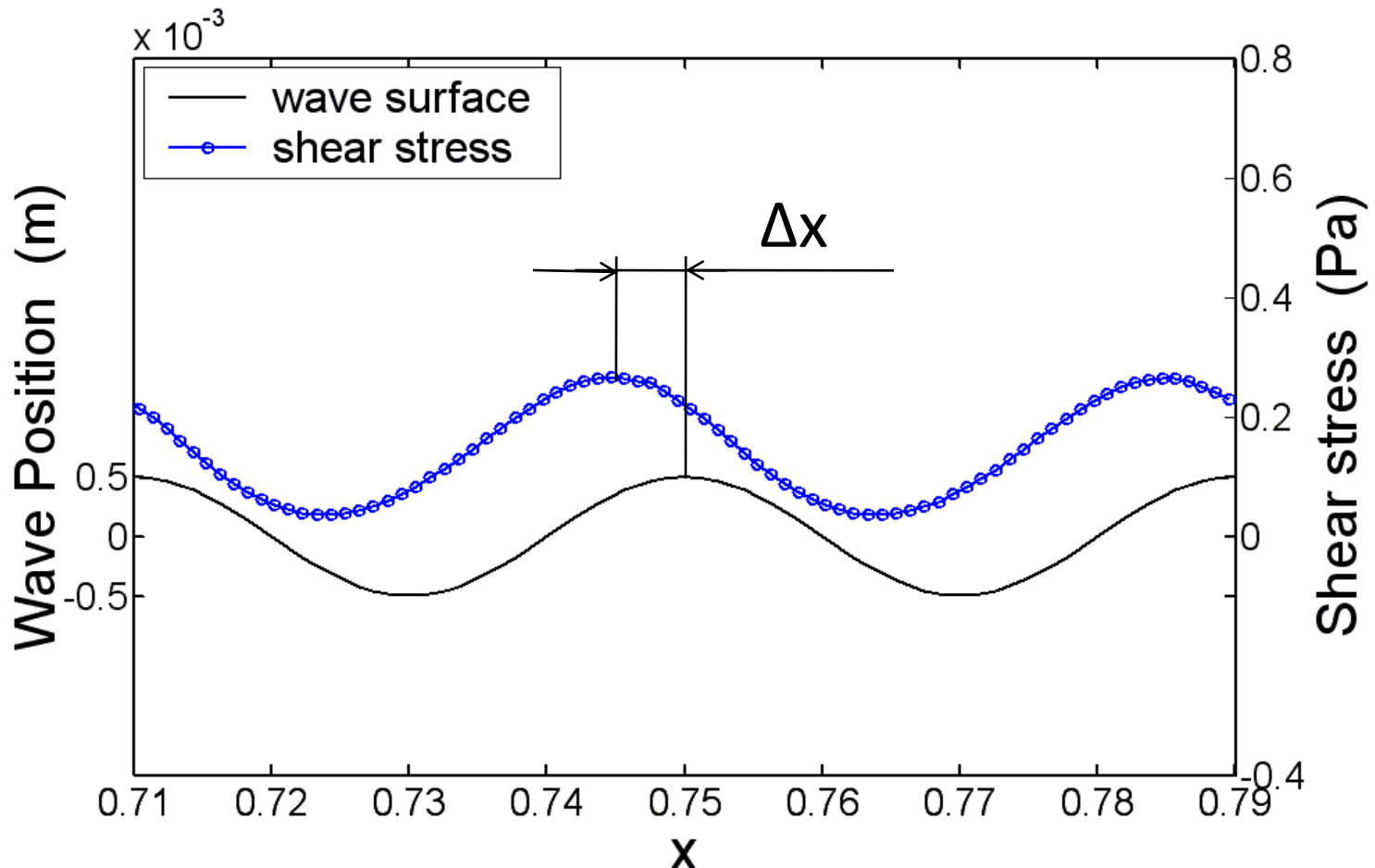
Závislost amplitud smykového napětí na U a λ/a





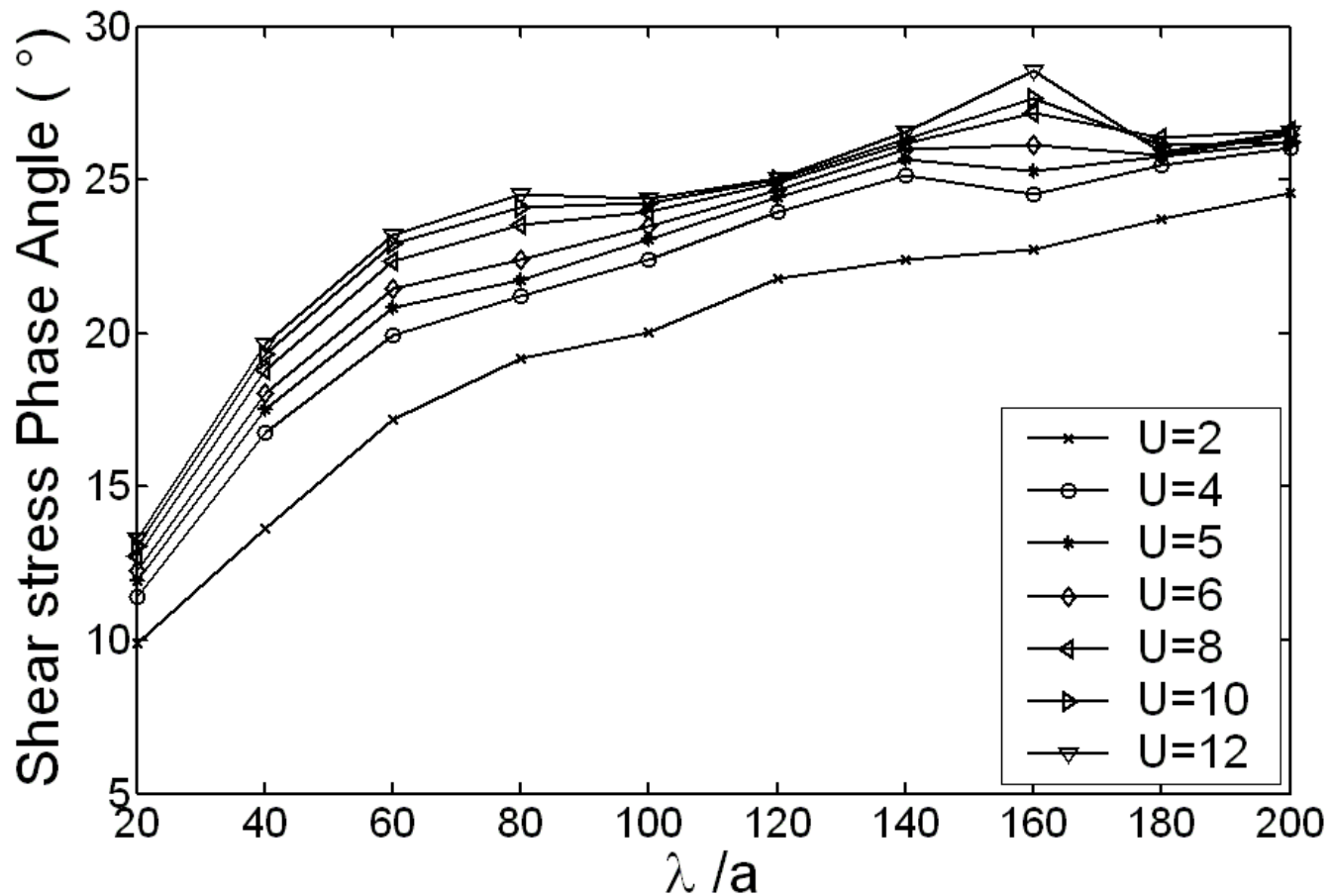
Smykové napětí - fázová posunutí

Výpočet: $\Delta x / \lambda \cdot 360^\circ$



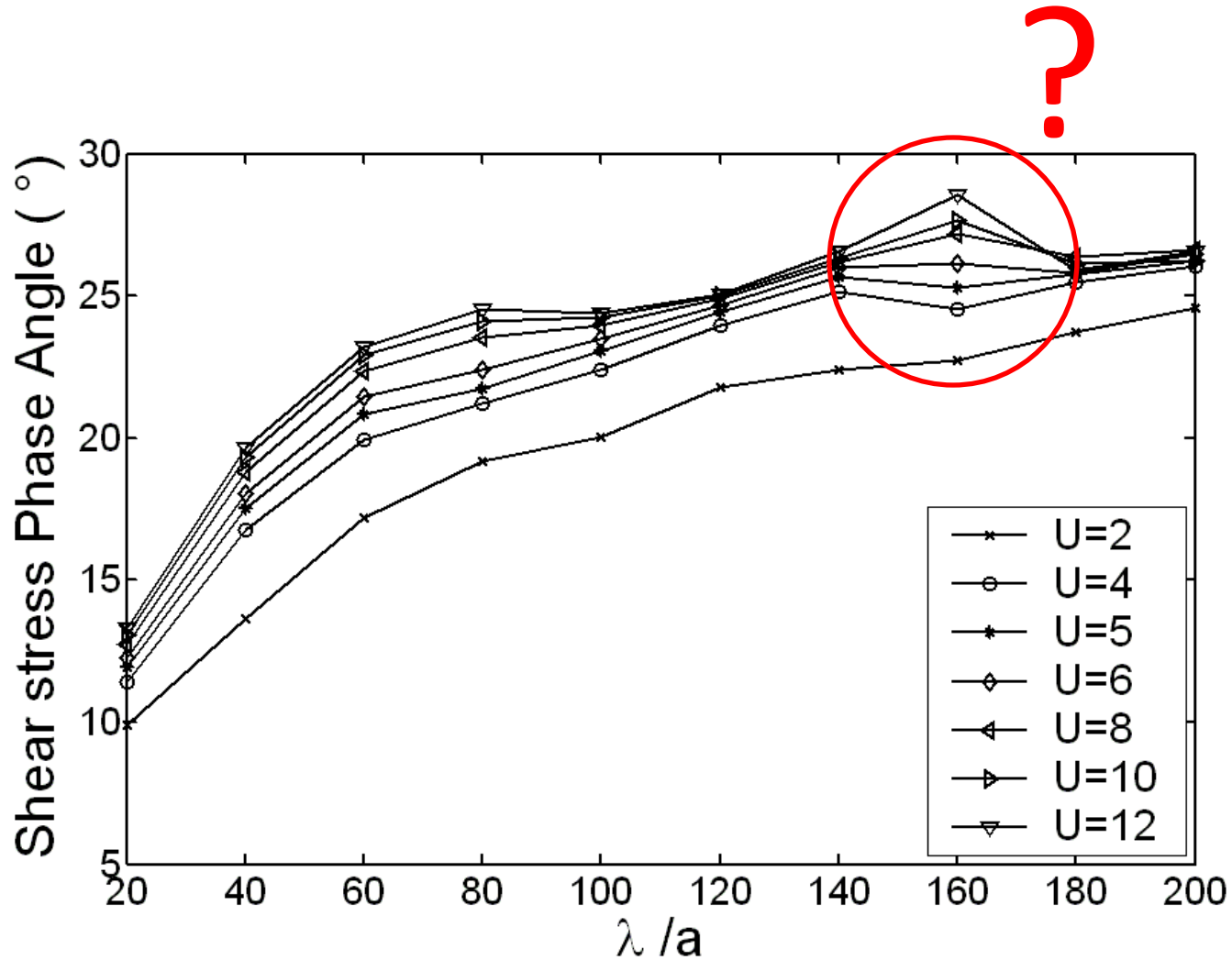


Smykové napětí - fázová posunutí





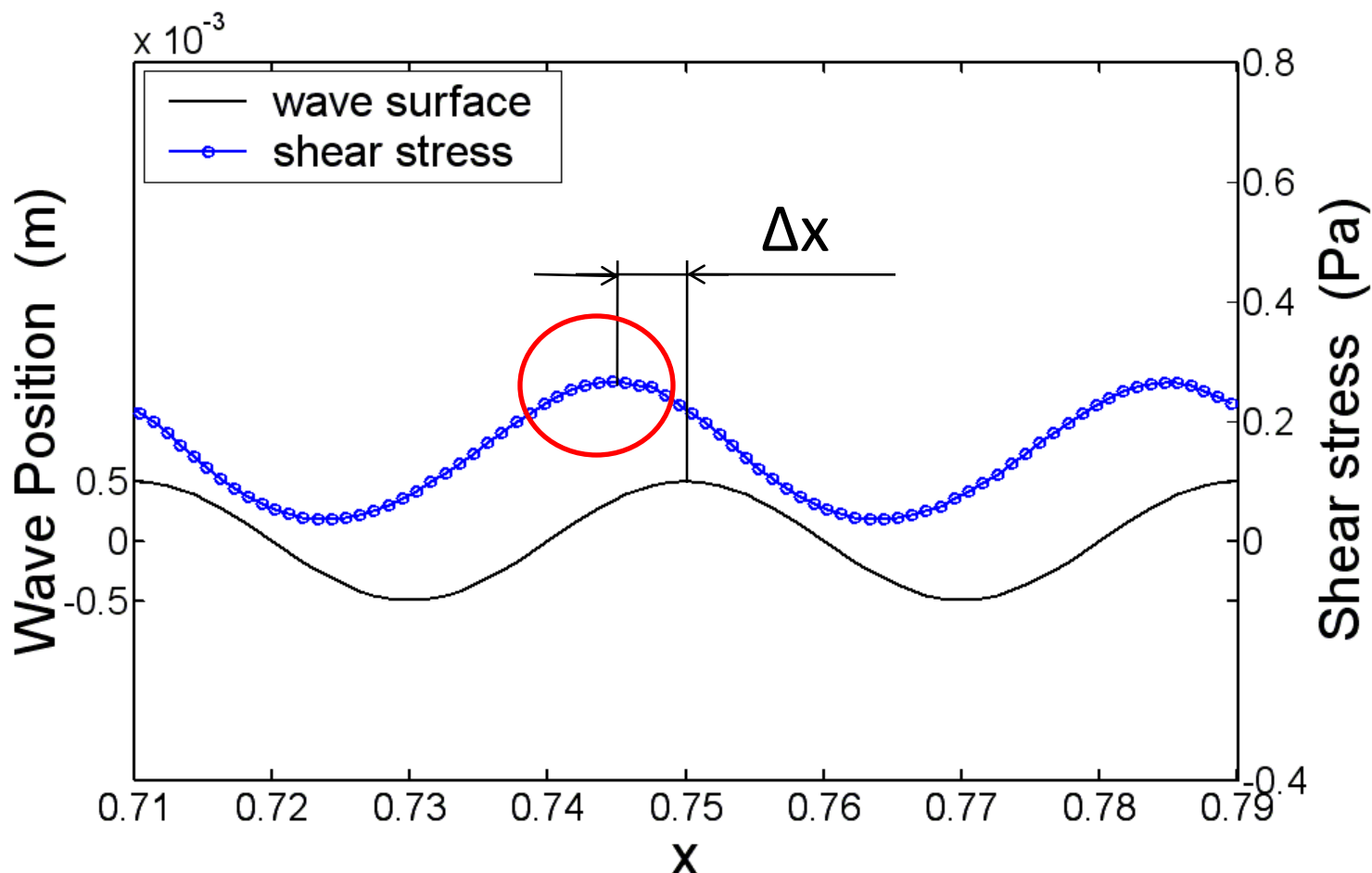
Smykové napětí - fázová posunutí





Smykové napětí - fázová posunutí

Výběr maxima?

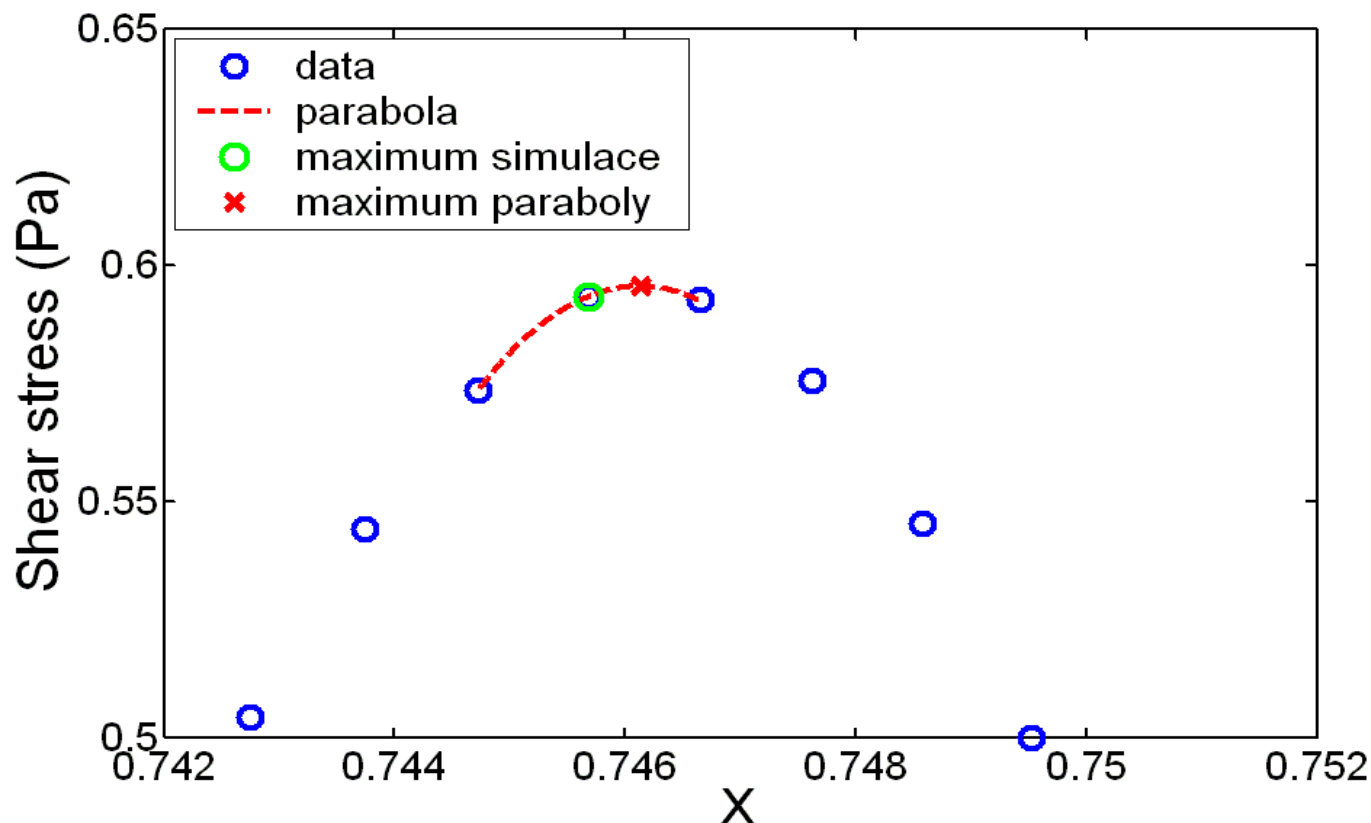




Smykové napětí - fázová posunutí

Výběr maxima – aproximace parabolou

$\lambda/a=60$, $U=12\text{m/s}$

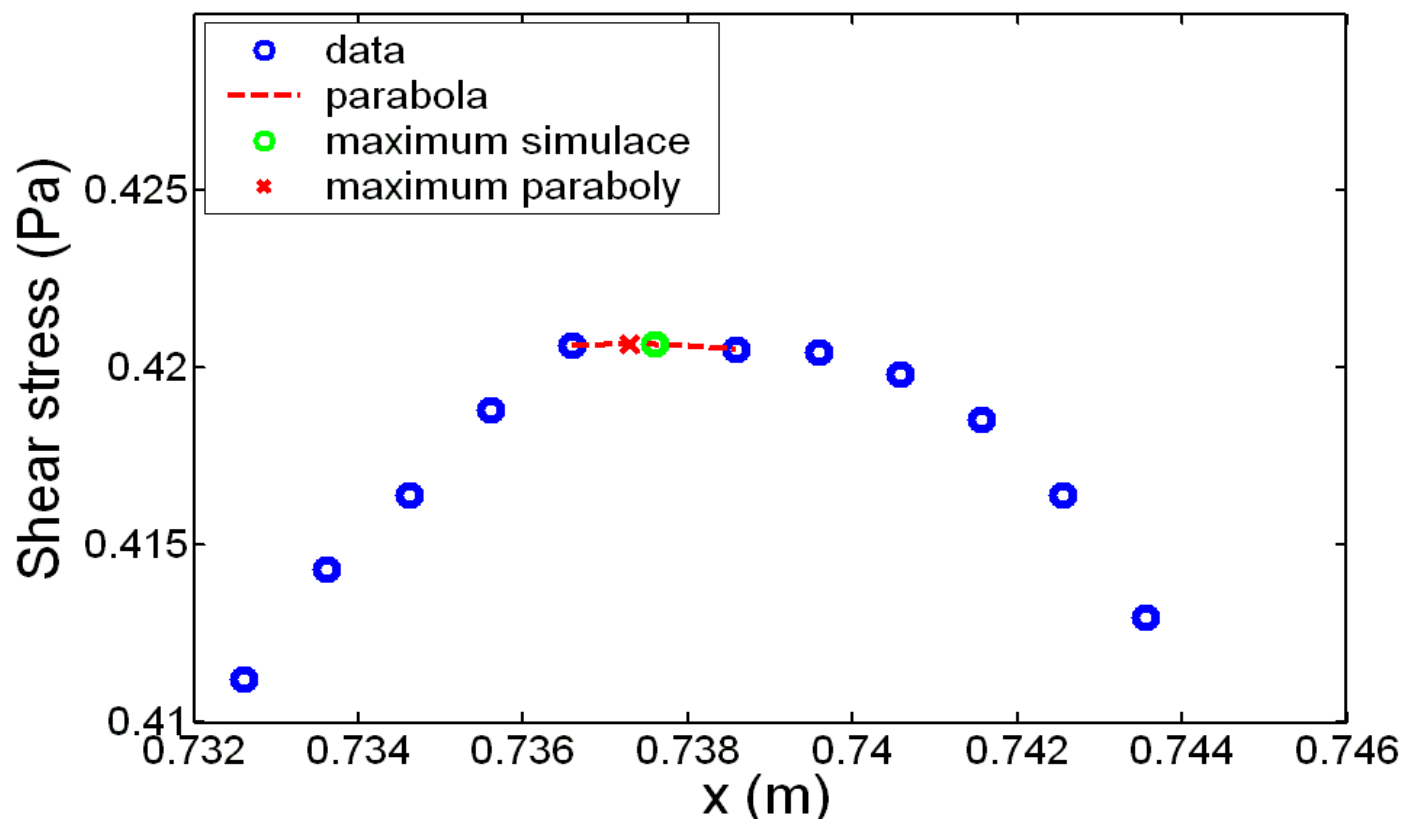




Smykové napětí - fázová posunutí

Výběr maxima – aproximace parabolou

$\lambda/a=160$, $U=12\text{m/s}$

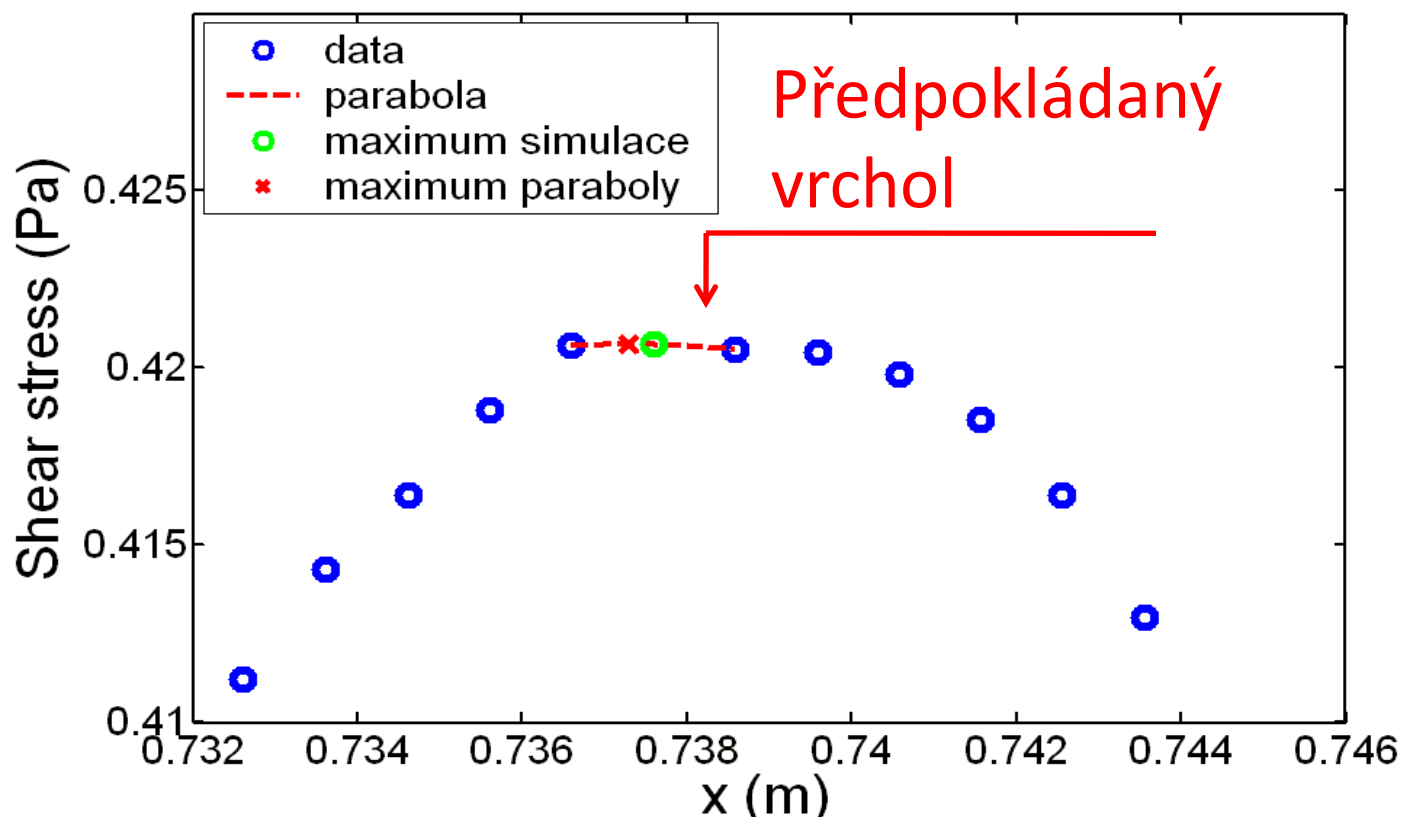




Smykové napětí - fázová posunutí

Výběr maxima – aproximace parabolou

$\lambda/a=160$, $U=12\text{m/s}$

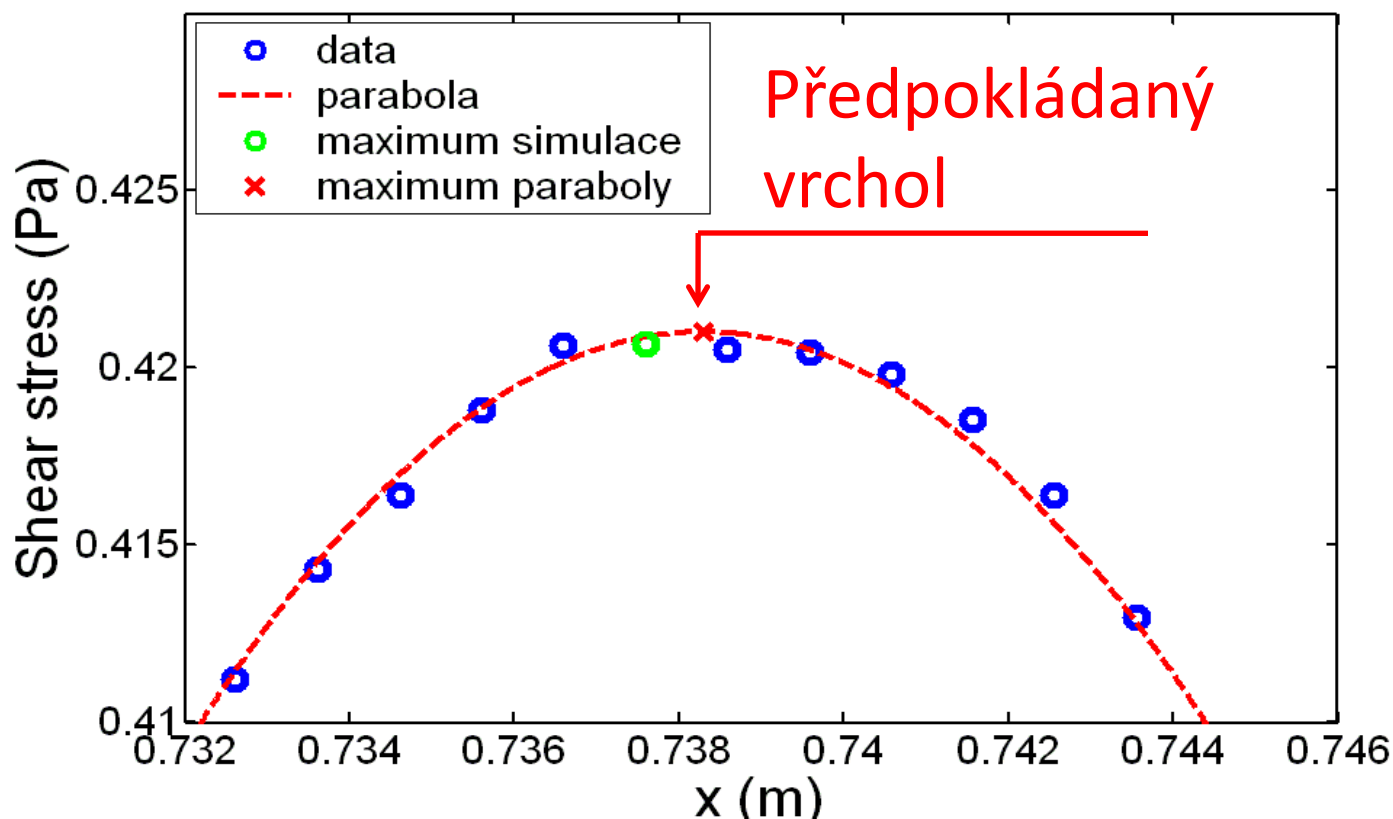




Smykové napětí - fázová posunutí

Výběr maxima – aproximace parabolou

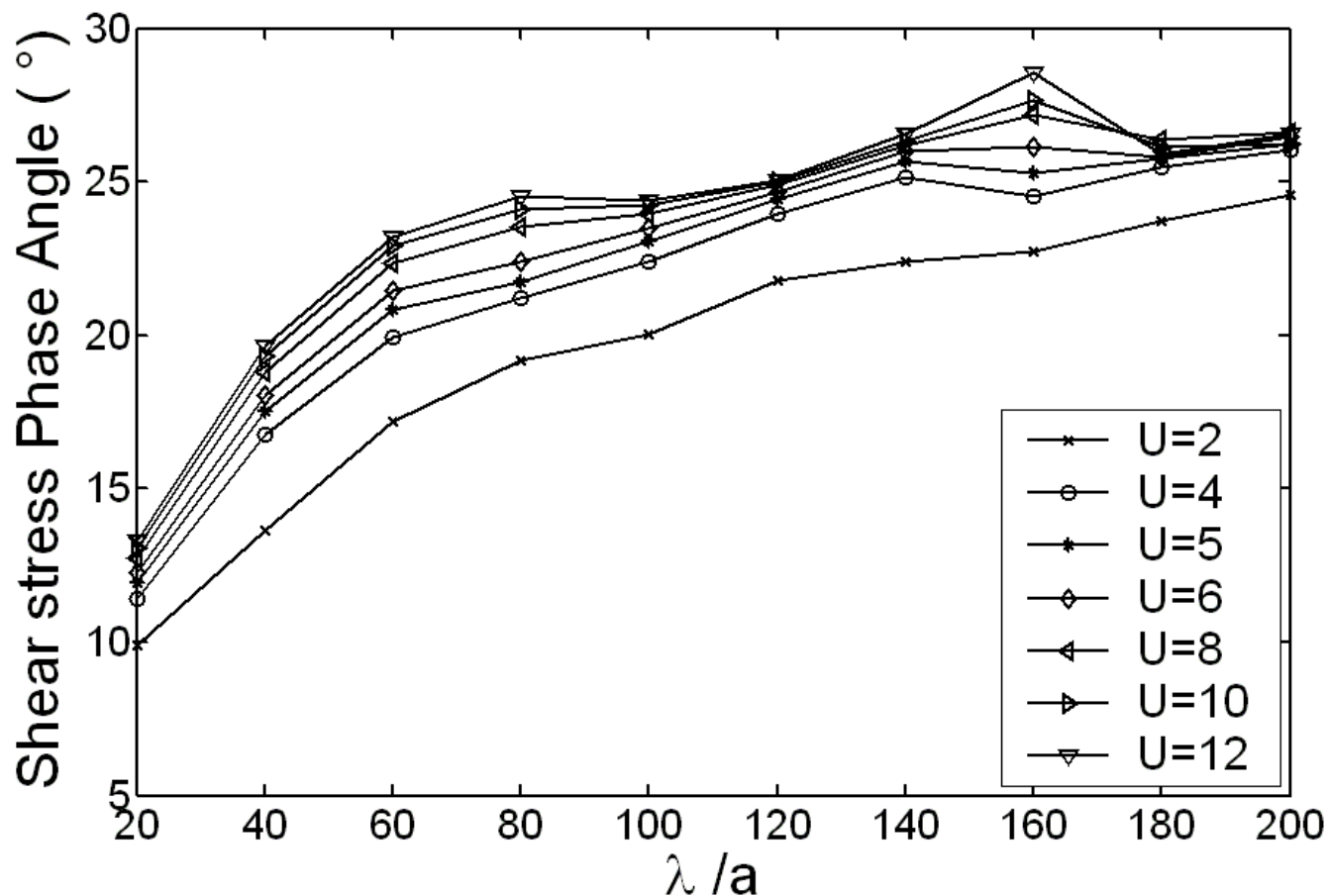
$\lambda/a=160$, $U=12\text{m/s}$





Smykové napětí - fázová posunutí

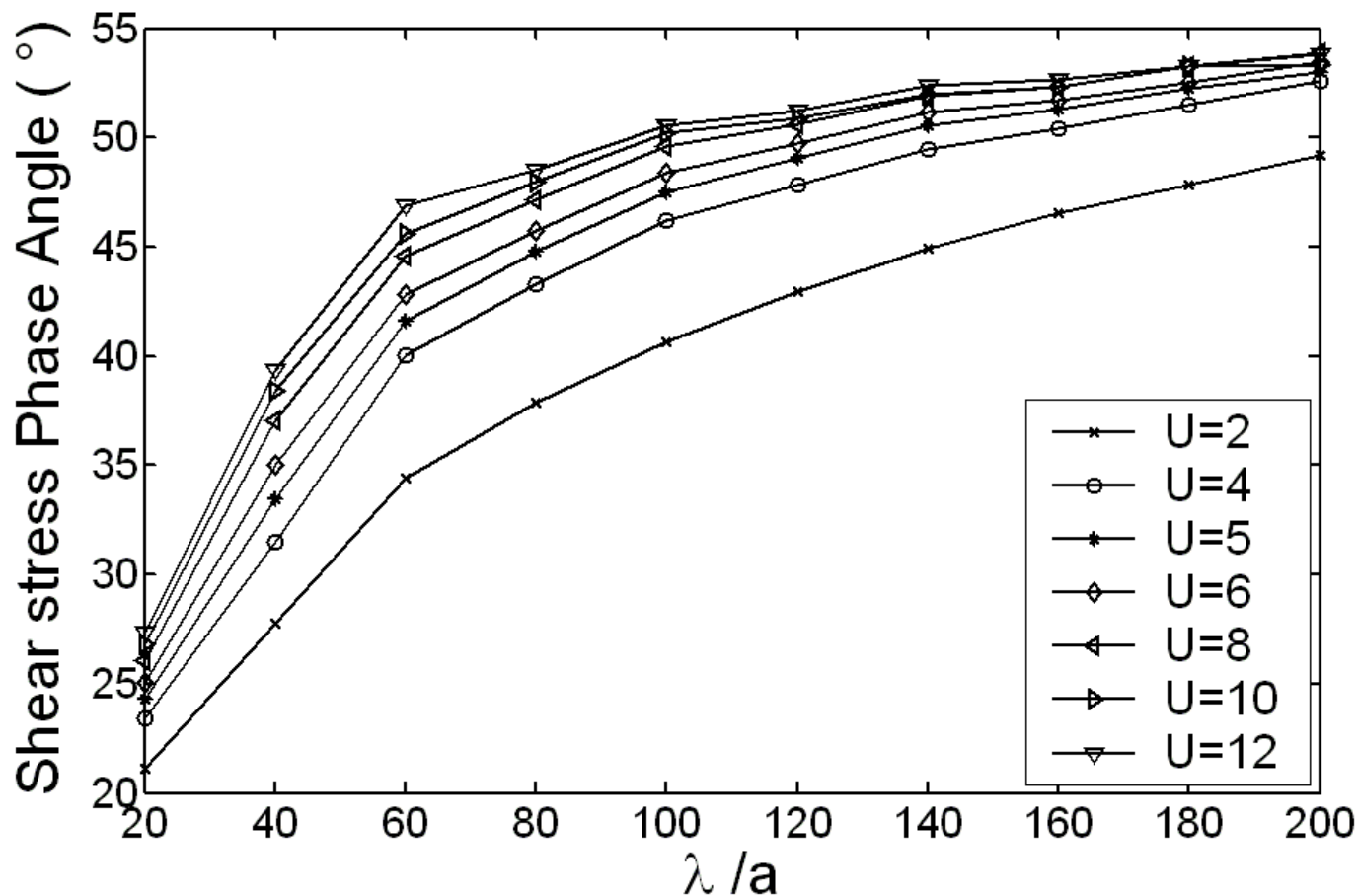
Původní graf





Smykové napětí - fázová posunutí

Po úpravě výběru maxima





Závěr

- Provedeny simulace pro
$$\lambda/a=20-200$$
$$U=2-20 \text{ m/s}$$
- Zbývá
 - porovnání s teoretickým modelem
 - kvantifikace závislostí
 - vyčíslení parametrů působících sil
- Nutná obezřetnost při analýze dat



Závěr

Děkuji za pozornost