

Biomechanika Aneurysmat abdominální aorty-cvičení

- ▶ Stanislav Polzer
- ▶ Email: Stanislav.polzer@vsb.cz

Zadání cvičení

Pacient (věk 67 let, muž. Krevní tlak 150/95mmHg) byl diagnostikován s AAA. Toto bylo potvrzeno pomocí CT-A. Max průměr AAA v tranverzální rovině byl změřen radiologem na 54mm. Dle platných postupů je takový pacient prohlášen za bezpečného a je dále sledován.

Stanovte riziko ruptury daného AAA pomocí MKP výpočtu

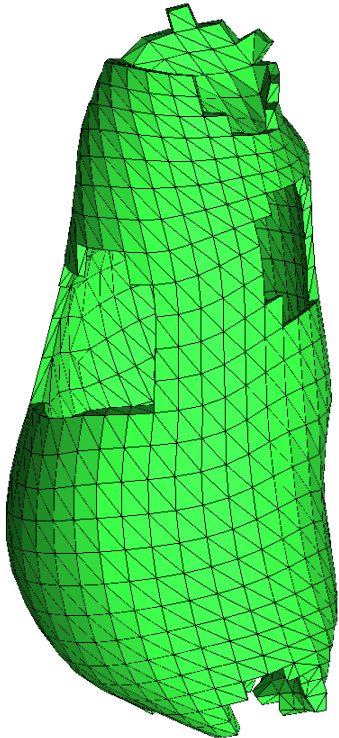
Potřebné vstupní veličiny

- Geometrie, Mesh (stěna a ILT)
- kontakt
- Model materiálu stěny a ILT
- Okrajové podmínky (uložení, zatížení)
- Znalost mezní hodnoty

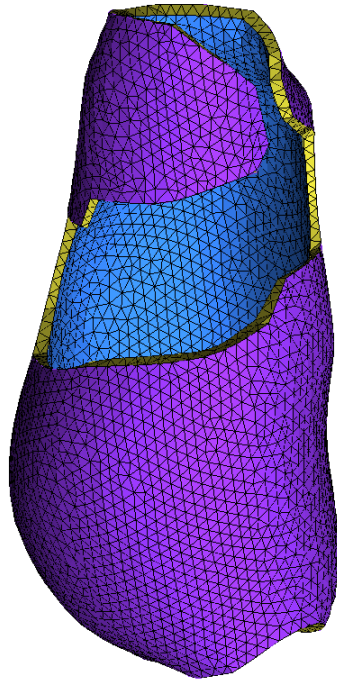
Geometrie a mesh

- Geometrie zrekonstruovaná z CT-A snímků-výsledkem .stl soubory ploch
- Export do ICEM CFD, kde vyrobena FE mesh (mapovaná pro stěnu, volná pro ILT)
- Otázka vhodných elementů?

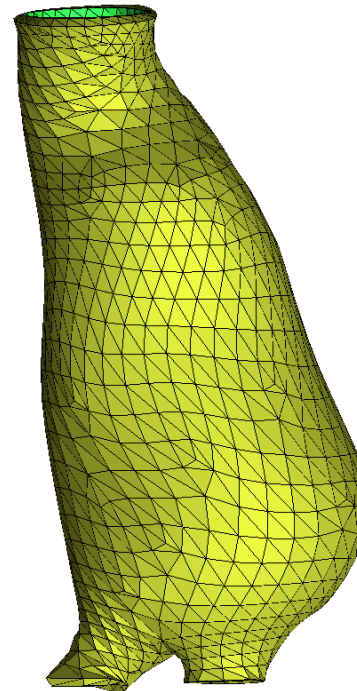
reconstruction



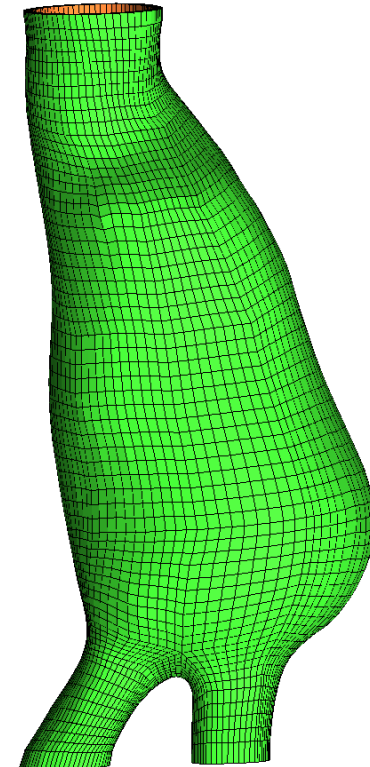
final mesh



reconstruction



final mesh



Model materiálu

■ Stěna:

varianta A: Yeoh 2. řádu $c_{10}=178\text{kPa}$, $c_{20}=1881\text{kPa}$

varianta B: Yeoh 5. řádu $c_{10}=5\text{kPa}$, $c_{20}=0$, $c_{30}=0$, $c_{40}=3.7\text{MPa}$, $c_{50}=15\text{MPa}$

$$\psi = \sum_{i=1}^n c_{i0} (I_1 - 3)^n$$

■ ILT:

Ogden 1.řádu $\mu_1=10.5\text{kPa}$, $\alpha_1=4$

$$\psi = \sum_{i=1}^n \frac{\mu_i}{\alpha_i} (\lambda_1^{\alpha_i} + \lambda_2^{\alpha_i} + \lambda_3^{\alpha_i} - 3)$$

kontakt

- Bonded
- Pozor-stěna a ILT nemají identické kontaktní plochy. Je třeba vylučit poč. Penetraci I přesahy

Okrajové podmínky

- Uložení:

Fixed supports

- Zatížení:

$MAP = 1/3SBP + 2/3DBP = 15.1 \text{ kPa}$

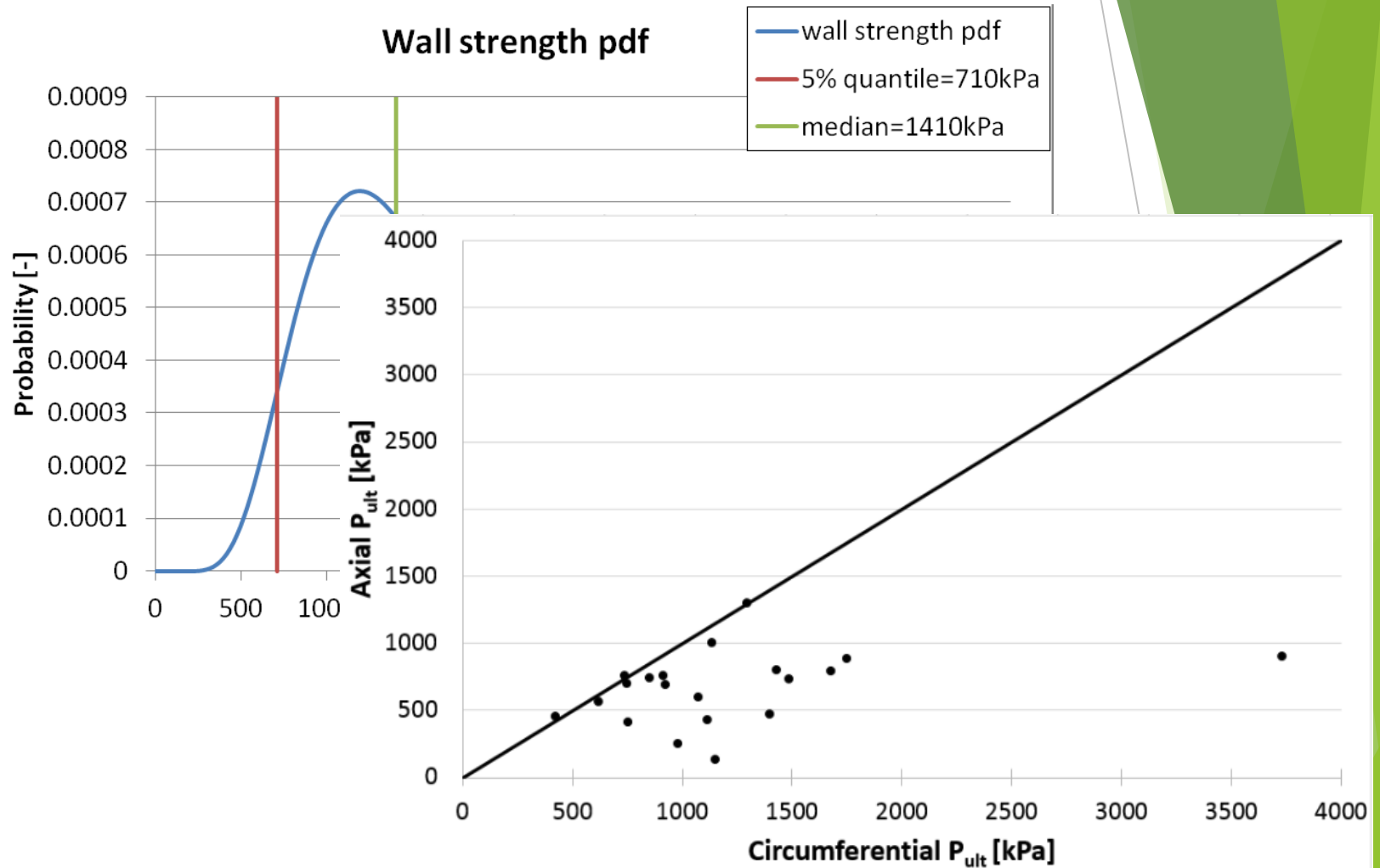
Zvýšený tlak: $1.5 \times MAP = 22.7 \text{ kPa}$

Nastavení výpočtu

- Je vhodné mít malé kroky na počátku.
- umožnit zjemnění při nekonvergenci
- Chceme výsledky jak při MAP, tak při 1.5xMAP (2 loadstepy)

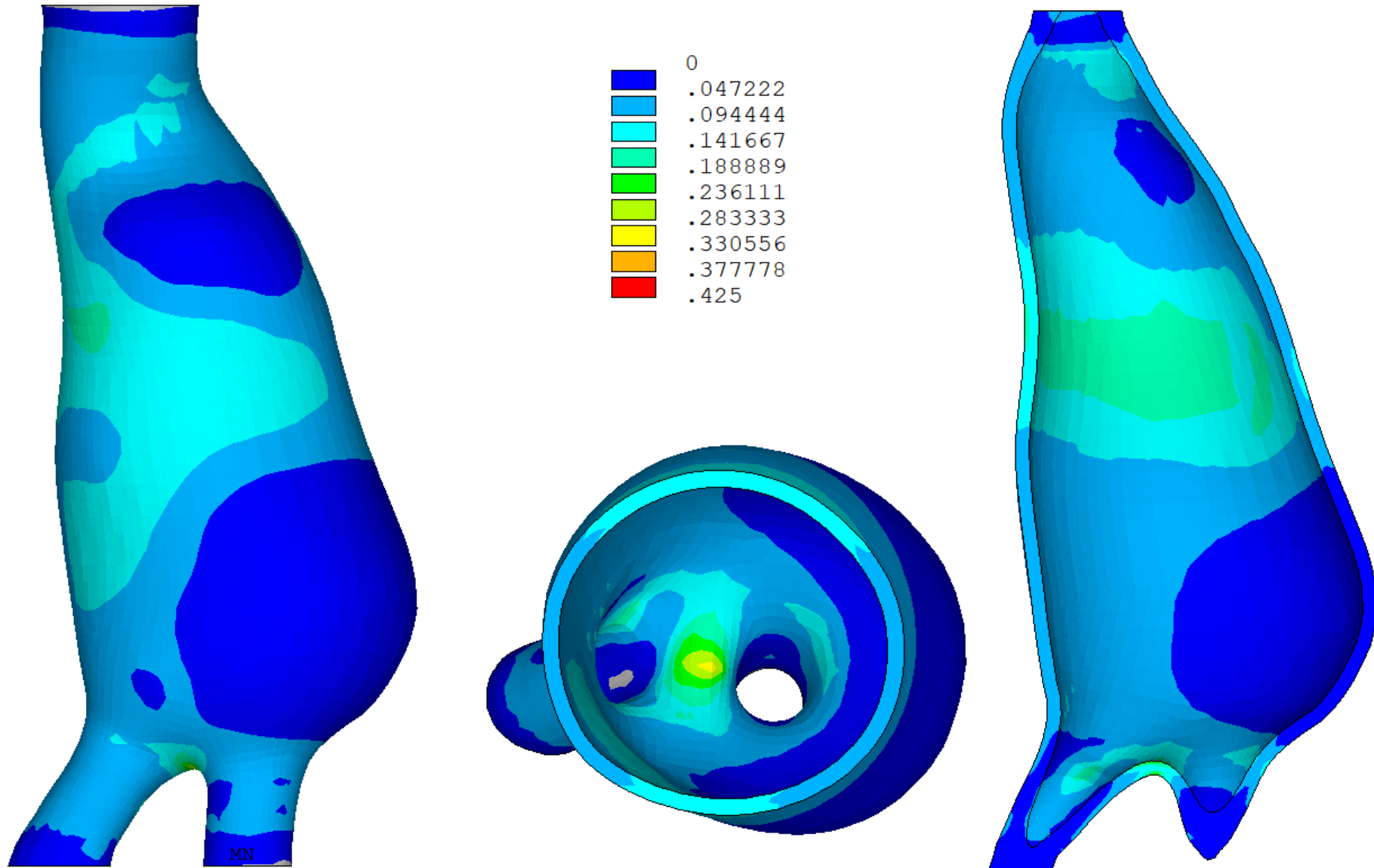
Pevnost stěny AAA

- Pevnosti stěny jsou velmi variabilní

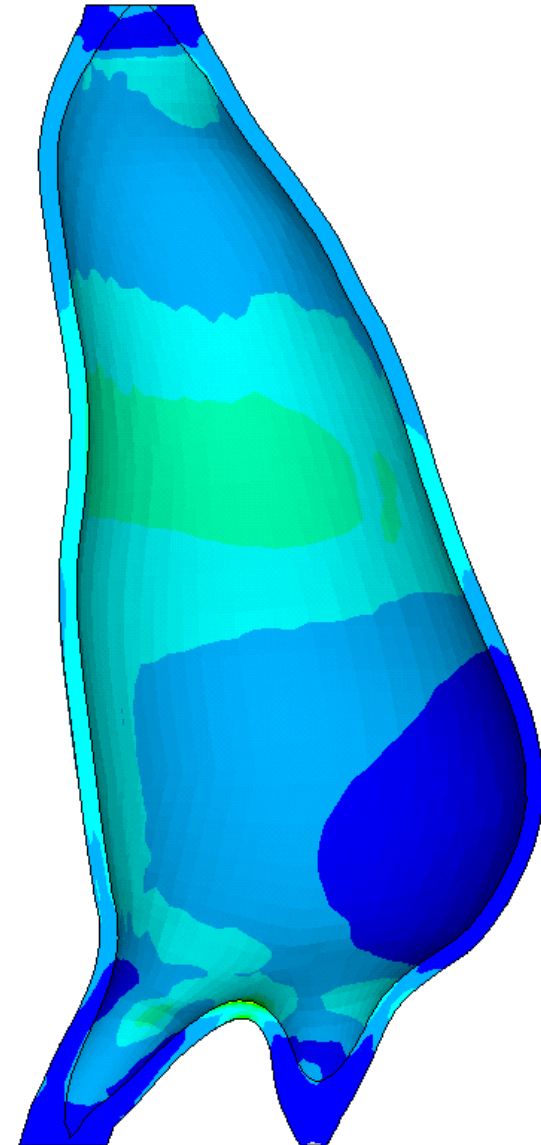
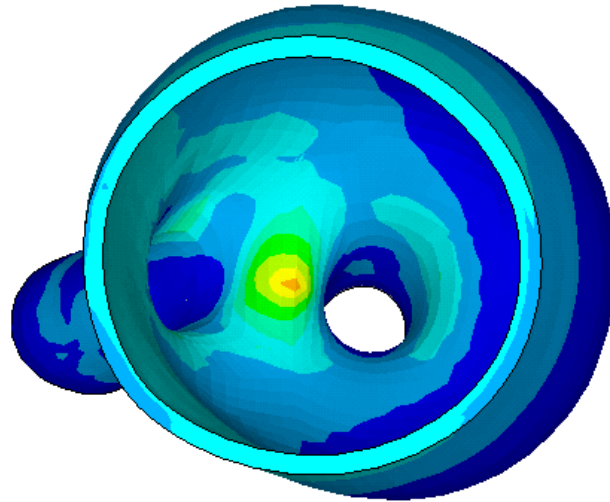
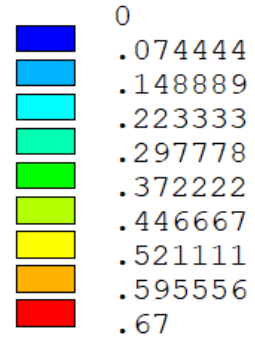
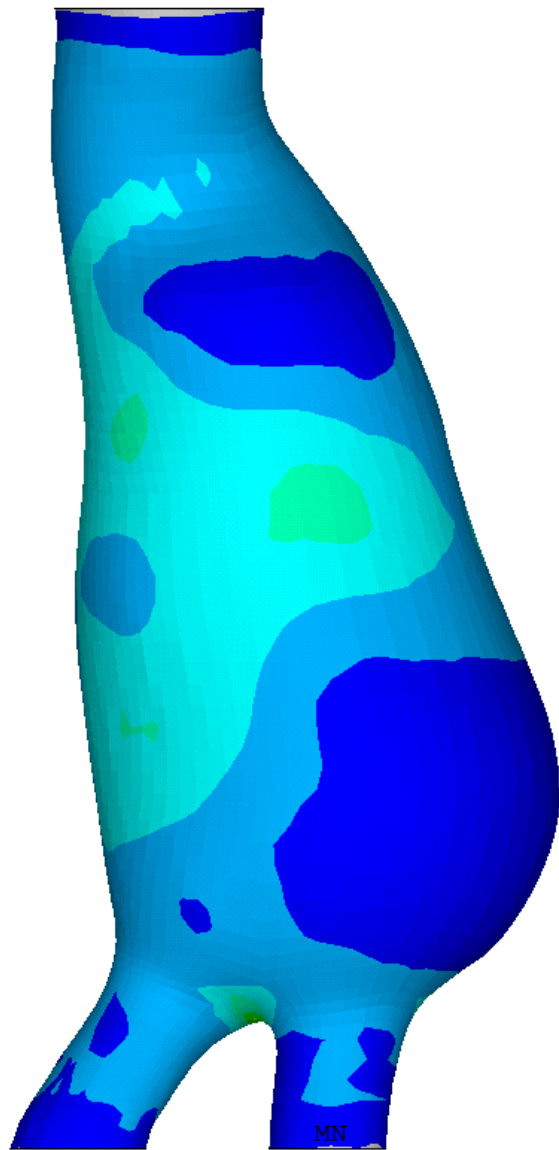


Pevnosti stěny asi o 400kPa vyšší v obvodovém směru (Polzer et al. 2020)

Výsledky MAP



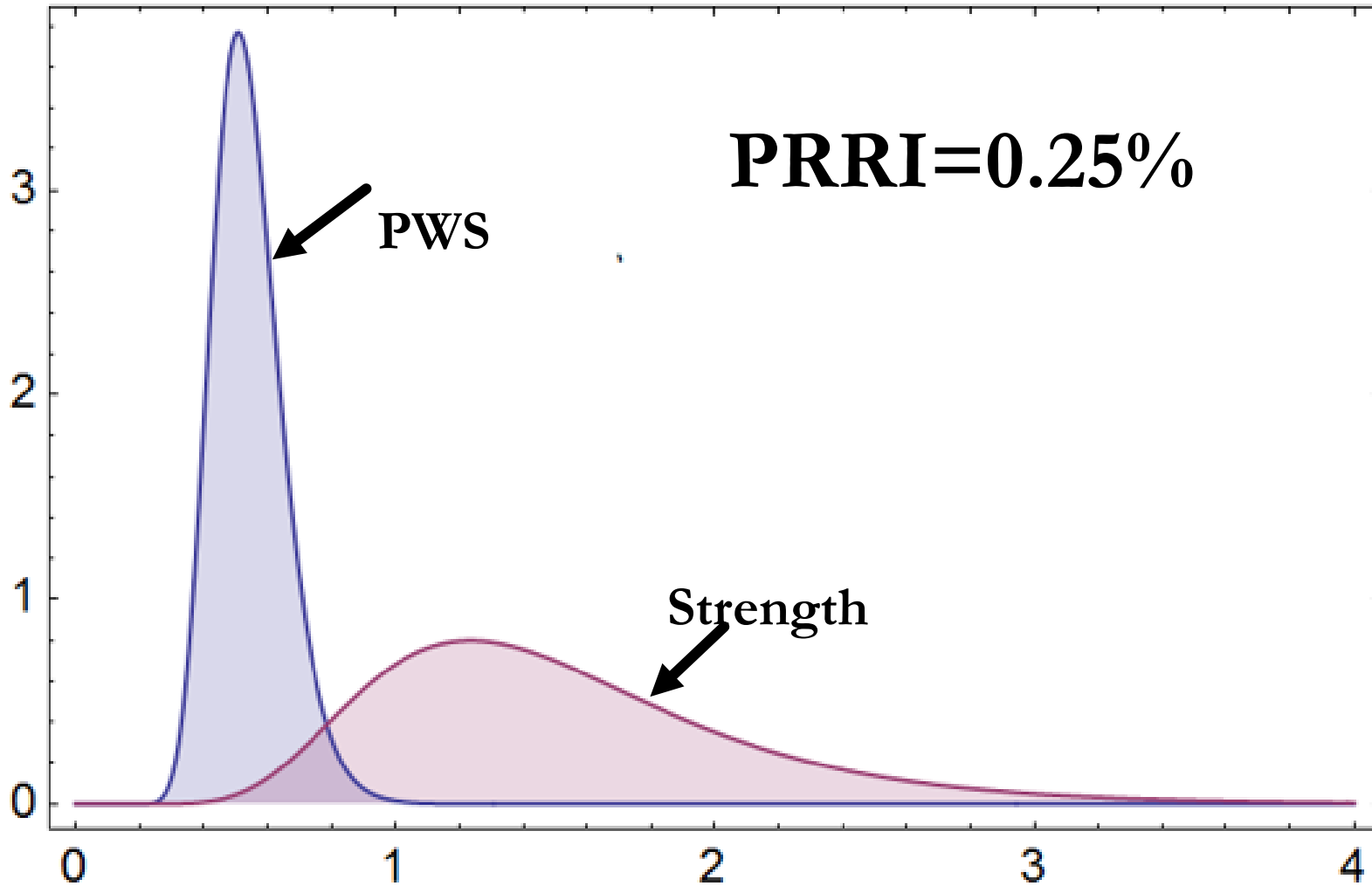
Výsledky 1.5xMAP



Výsledky 1.5xMAP

- S1 vs. HMH
- Napětí v bifurkaci ignorujeme
- Silně nekonst. Průběh po tl. Stěny (více než po povrchu)
- Zprůměrovat výsledky přes stěnu vs. PWS
- Spočítat poměr napětí ku pevnosti

Výsledky PRRI



ZÁVĚR

- Výsledné riziko ruptury se silně liší podle použitých předpokladů v FE modelu
- Dle PRRI se jedná o bezpečné AAA (a pacient take opravdu dosud žije)

Děkuji za pozornost