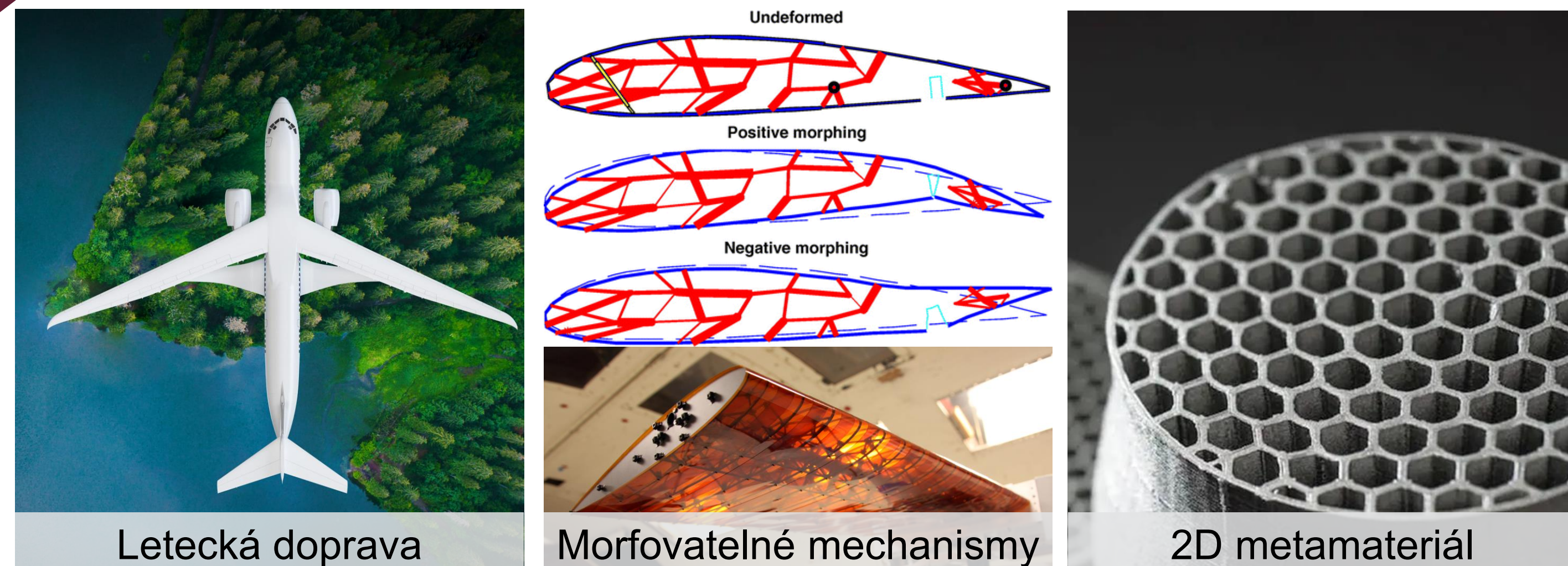


Výpočtové modelování superelastických metamateriálů

Karel Brulík
Ústav konstruování

MOTIVACE A CÍL PRÁCE



- 1,04 mld. tun CO₂ (ourworldindata.org)
- 10% snížení spotřeby paliva (Martins, 2016)
- Směrová odezva vlastností
- Pseudoelastické deformace

Cíl práce:

Za využití metod výpočtového modelování stanovit závislost míry anizotropie mechanických vlastností a rozsahu pseudoelastických deformací na vnitřním geometrickém uspořádání 2D metamateriálu aditivně vyráběného ze superelastické slitiny Nitinol.

MATERIÁL A METODY

VÝPOČTOVÉ MODELOVÁNÍ

Morfologie elementární buňky

Vliv poloměru zaoblení

Vliv proměnné tloušťky stěn

Vliv geometrie spojů

Vliv velikosti buňky

Metamateriál

VÝROBA VZORKŮ

Elementární buňky s modifikacemi

Metamateriál

Post-processing

Kontrola rozměrů

Tloušťky stěn v kritických místech

Tloušťky stěn v kritických místech

EXPERIMENT

Napětově-deformační charakteristika

Smluvní napětí

Zbytková deformace

Deformační mapy

Deformační mapy

VERIFIKACE

Smluvní napětí

Zbytková deformace

Zbytková deformace

Deformační mapy

Deformační mapy

- SLM 280^{HL}
- Nitinol
- Kvazistatická tlaková zkouška
- Shimadzu AGX-100kNV2
- DIC analýza

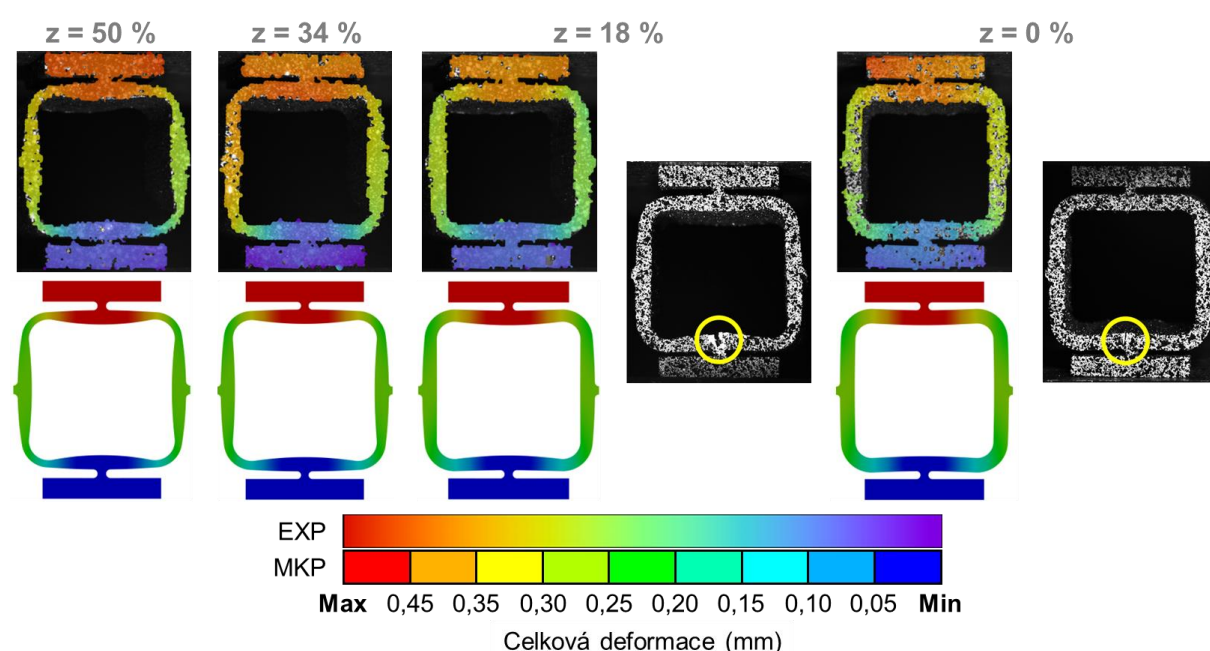
VÝSLEDKY PSEUDOELASTICKÉ DEFORMACE

Vliv velikosti poloměru zaoblení

- Řízení rozsahu PED v rozmezí až **175 %**
- Optimální hodnota → **R = 2,2 · t**

Vliv proměnné tloušťky stěn

- Řízení rozsahu PED v rozmezí až **35 %**
- Rovnoměrnější rozložení napětí



Vliv geometrie spojů

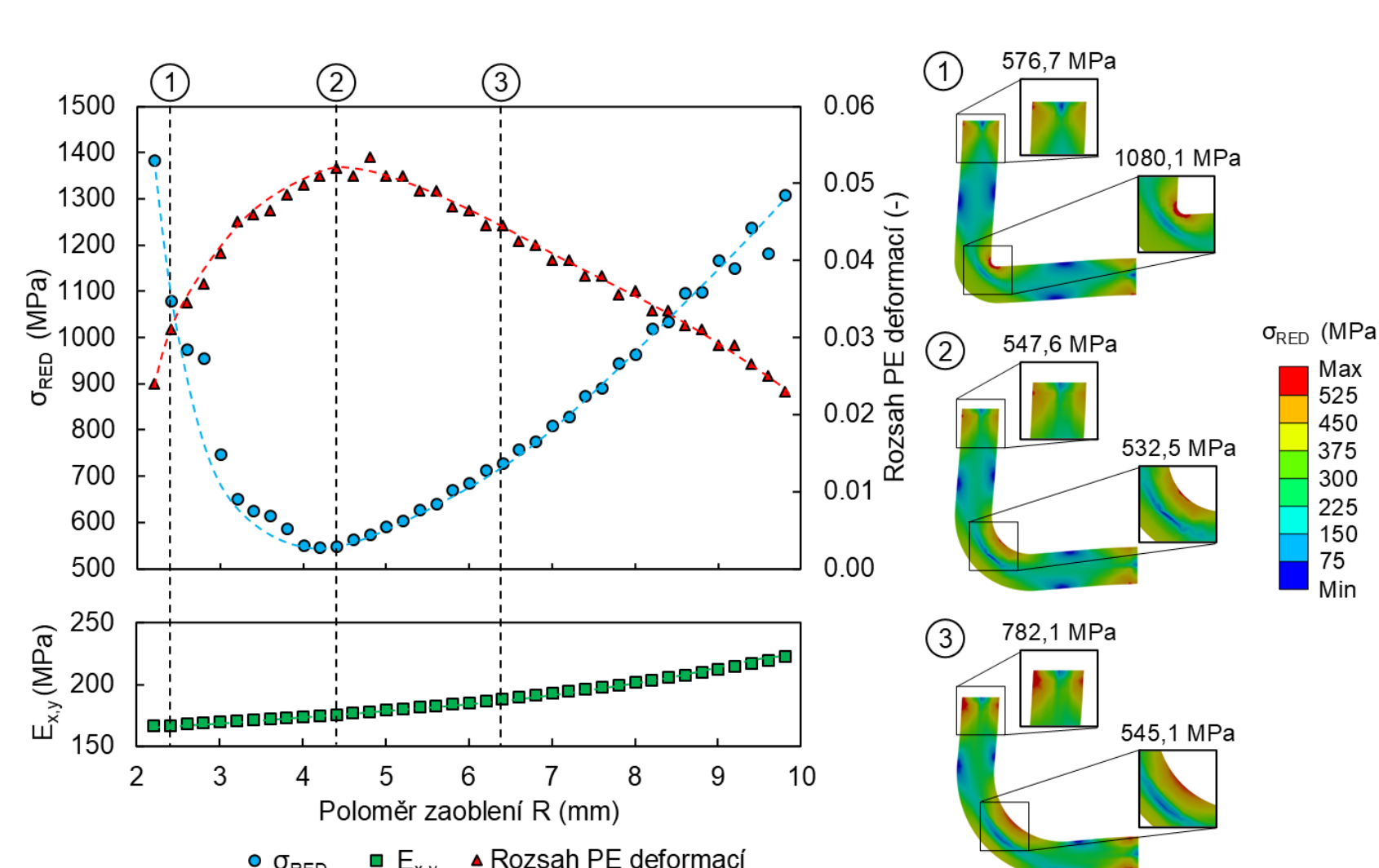
- Omezení rozsahu PED o **24 %**

Vliv velikosti elementární buňky

- Rostoucí tuhost buňky
- Omezení vlivu koncentrace napětí

Klíčové faktory ovlivňující PED

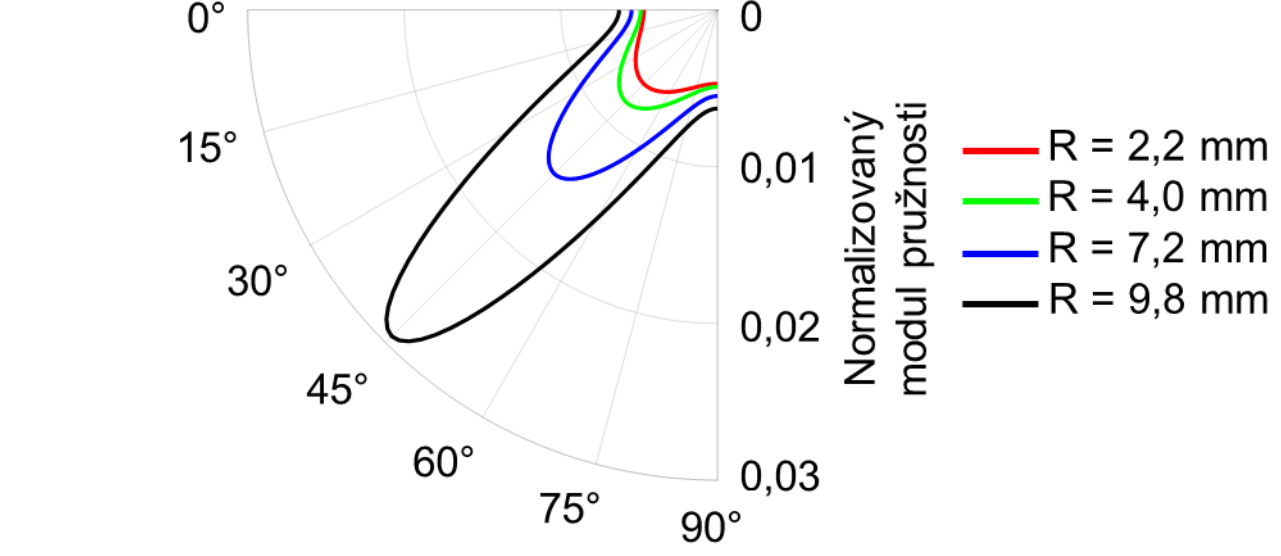
- Vysoká ohybová tuhost buňky (3)
- Lokální koncentrace napětí (1)



VÝSLEDKY ANIZOTROPIE

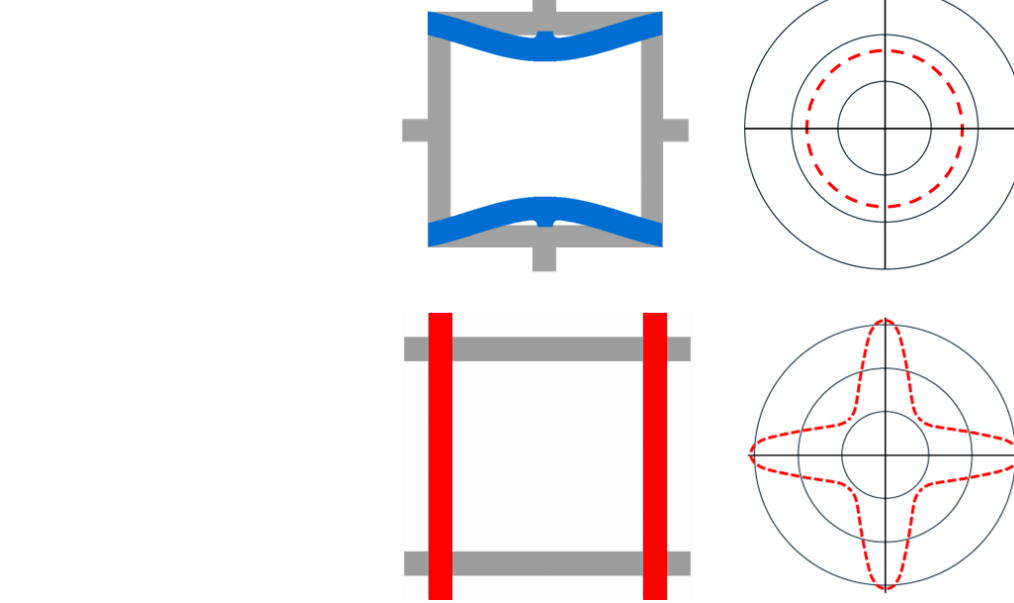
Vliv velikosti poloměru zaoblení

- Řízení anizotropie v rozmezí až **A = 1 - 4,75**
- Rostoucí R → tahově dominantní deformace



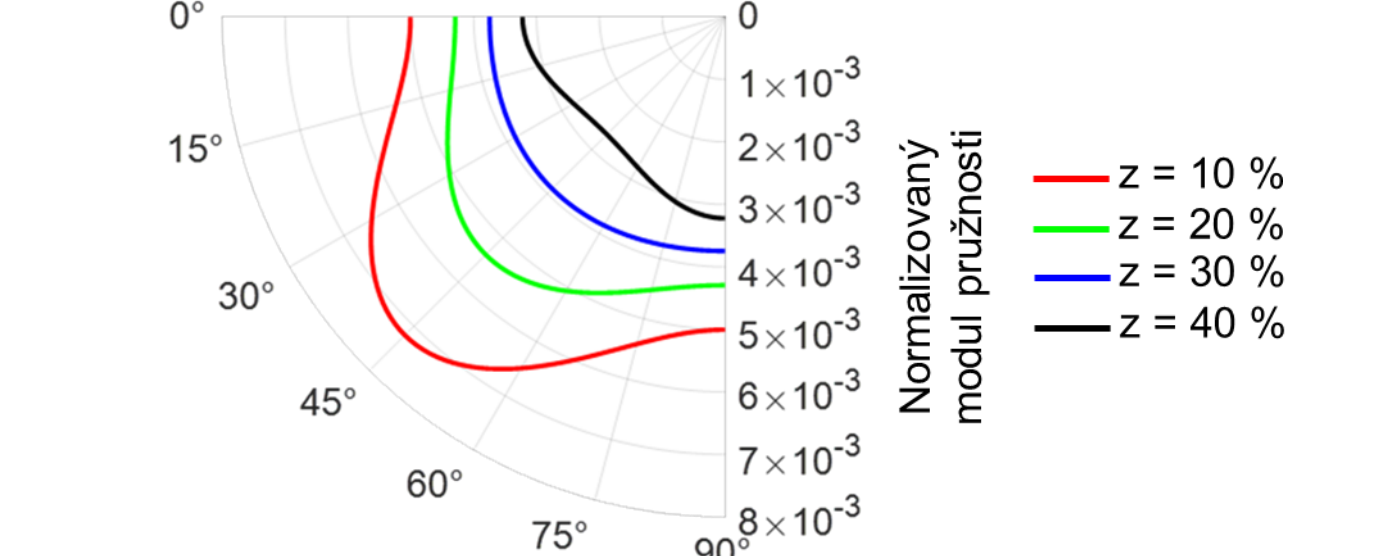
Vliv geometrie spojů

- Poloha spojů → způsob přenosu namáhání



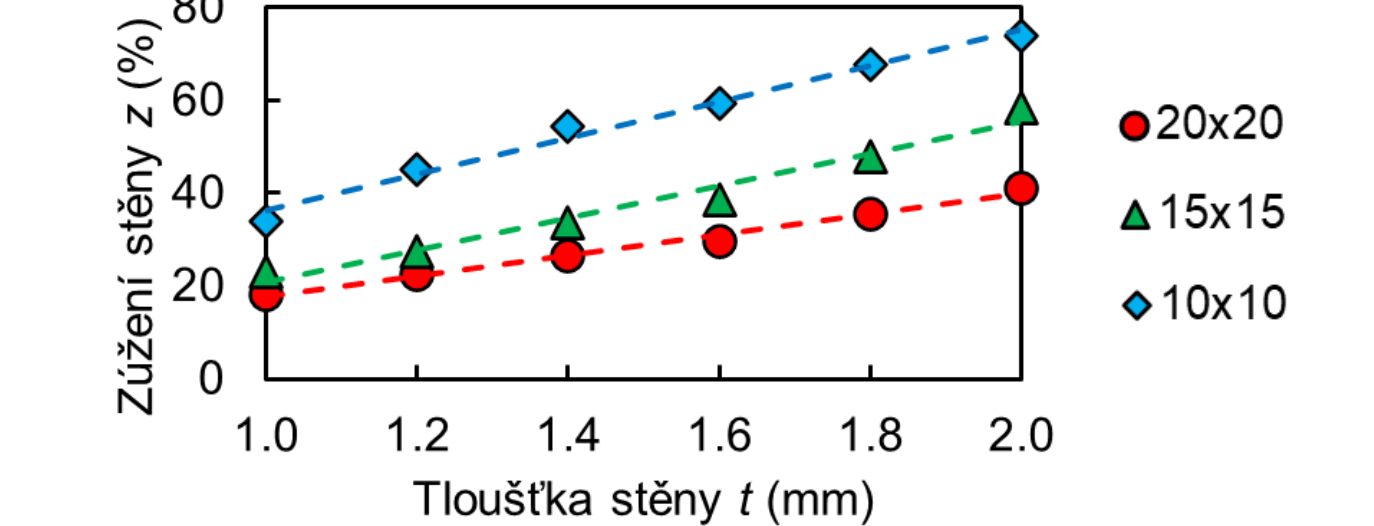
Vliv proměnné tloušťky stěn

- Řízení anizotropie v rozmezí až **A = 1 - 7,74**
- Lokální minimum → izotropní odezva



Vliv velikosti elementární buňky

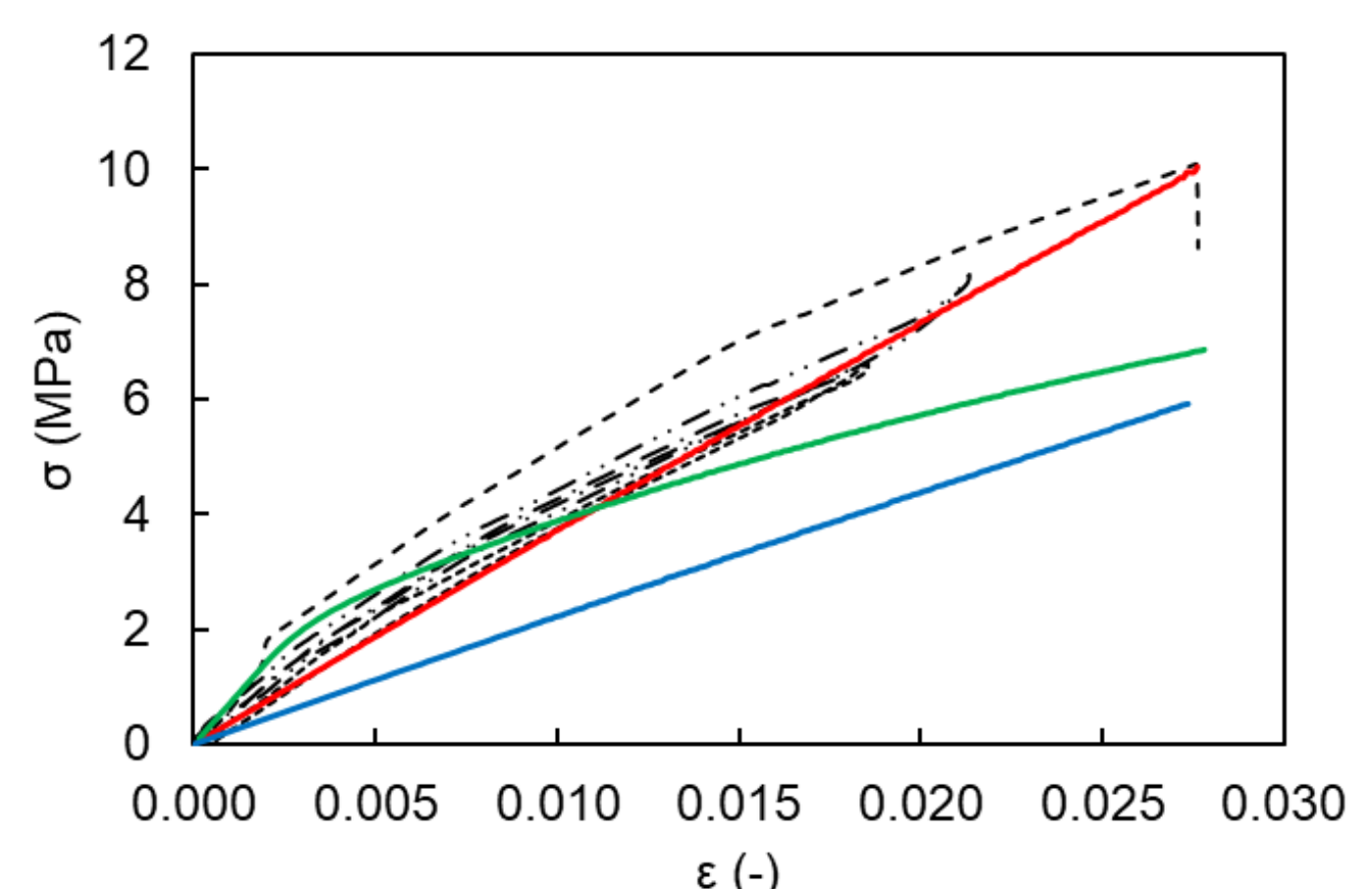
- Mírný nárůst anizotropie
- Kompensace → výraznější zúžení stěn



VÝSLEDKY ZMĚNA TERMOMECHANICKÝCH VLASTNOSTÍ

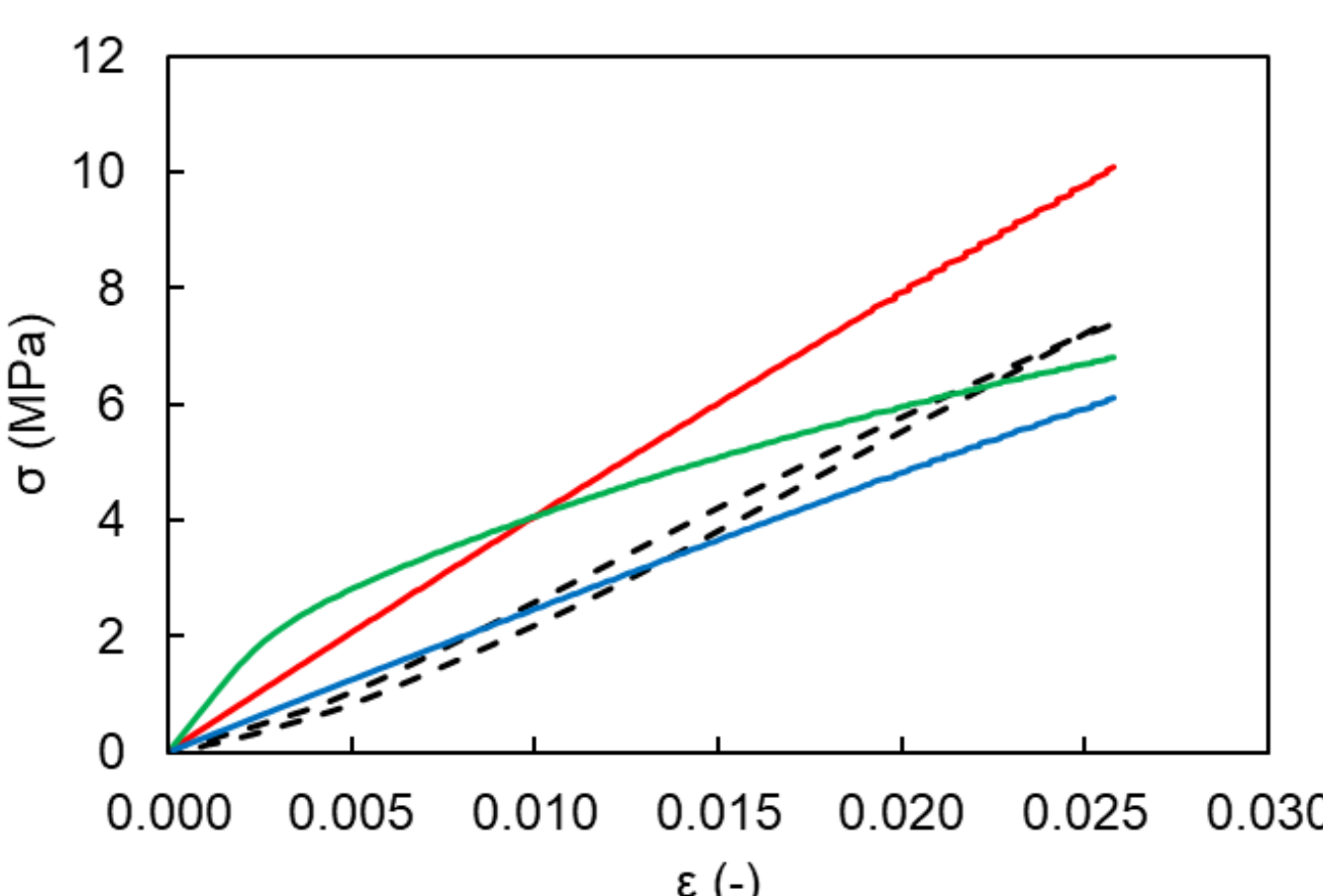
Elementární buňky

- Mechanické vlastnosti odpovídající martenzitu
- Zbytková deformace → bez zjevné závislosti → špatná opakovatelnost



Metamateriály

- Mechanické vlastnosti více odpovídající superelastickému modelu
- Zbytková deformace → klesající s klesající t



ZÁVĚR

Pseudoelastické deformace

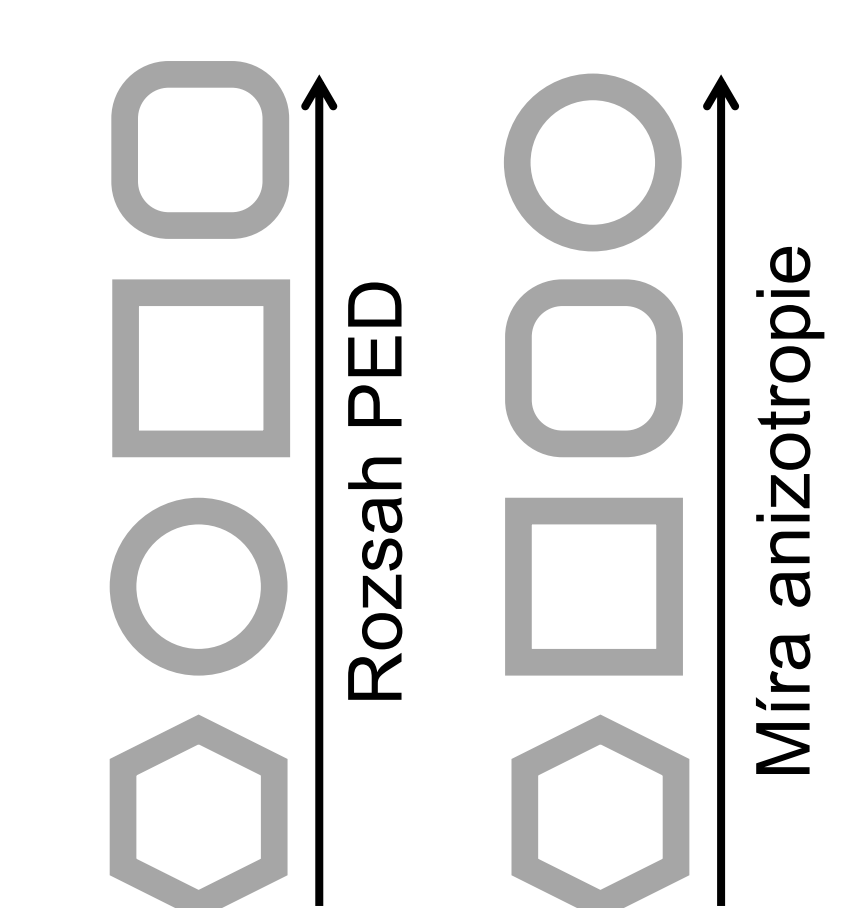
- Tuhost buňky
- Rozložení napětí

Anizotropie

- Rozdíl deformačních režimů
- Způsob přenosu zatížení

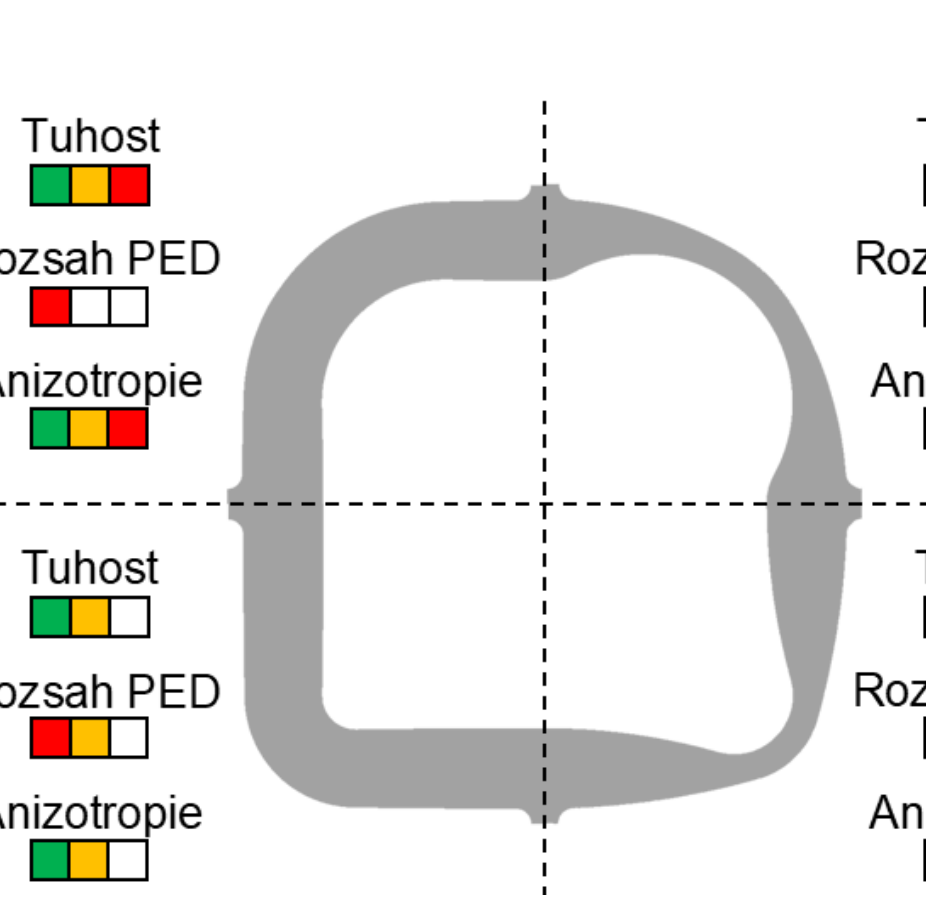
Morfologie buňky

- Primární faktor ovlivňující vlastnosti metamateriálu
- Nutnost kompromisu mezi PED a anizotropií



Lokální modifikace

- Řízení rozsahu PED v rozmezí až **183,6 %**
- Řízení anizotropie v rozmezí **A = 1 - 7,74**



Poloha spojů

- Určení přenosu zatížení
- Řízení směrové odezvy tuhosti

