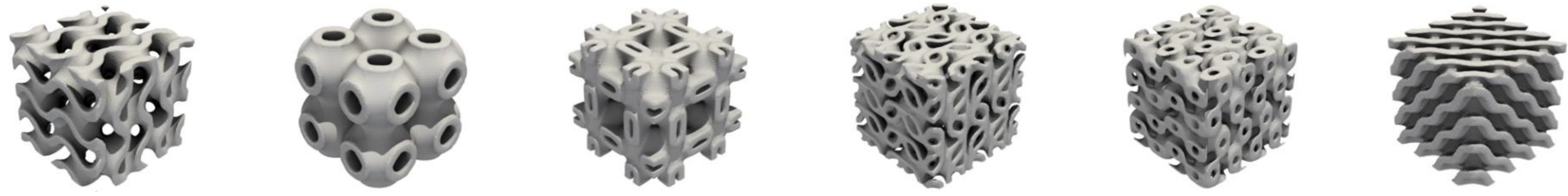


Využití potenciálu kovové aditivní výroby při návrhu tepelného výměníku

Petr Šnajdr
Ústav konstruování

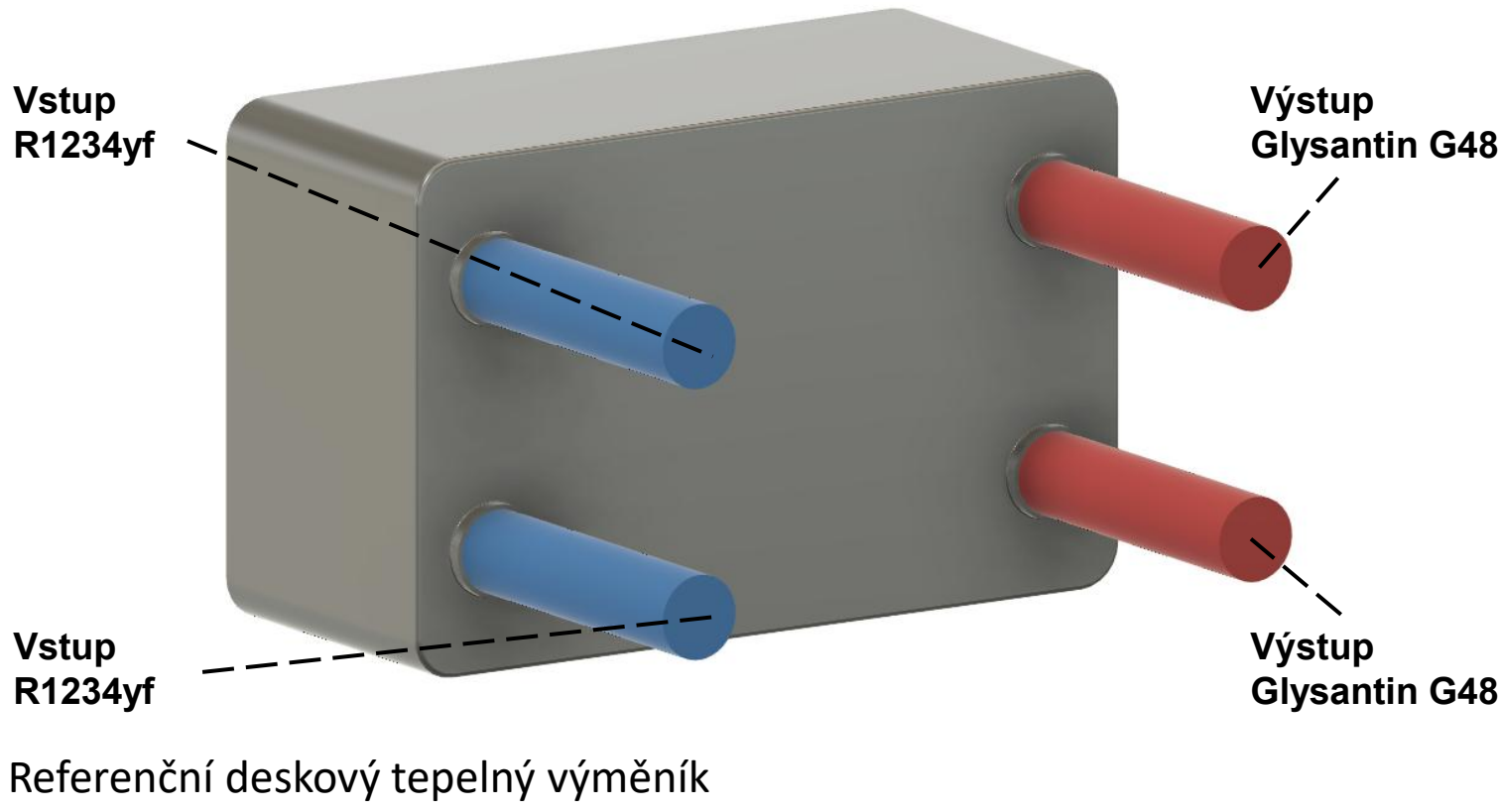
MOTIVACE A CÍLE PRÁCE

- Baterie elektromobilů produkuje velké množství tepla
- Snížení efektivity, životnosti a zvýšení rizika vzplanutí
- Vysoké nároky na regulaci teploty baterií
- Potenciál využití TPMS struktury v tepelných výměnících
 - periodické geometrie s vysokou kompaktností
 - nejsou určeny a optimalizovány pro přenos tepla
 - komplikovaný návrh a výpočet tepelných výměníků



Návrh aditivně vyráběného tepelného výměníku dle parametrů referenční komponenty s využitím strukturované geometrie jádra

- Návrh nových teplosměnných struktur
- Vývoj matematického modelu
- Návrh funkčního vzorku tepelného výměníku
- Experimentální ověření a porovnání



VÝVOJ MATEMATICKÉHO MODELU

- Vstupní parametry navrhovaného tep. výměníku
- Výpočet potřebné velikosti buňky d periodické struktury
- Velikost buňky zadávaná do parametrického CAD modelu
- Predikce tlakových ztrát tepelného výměníku

VÝPOČET VELIKOSTI BUŇKY

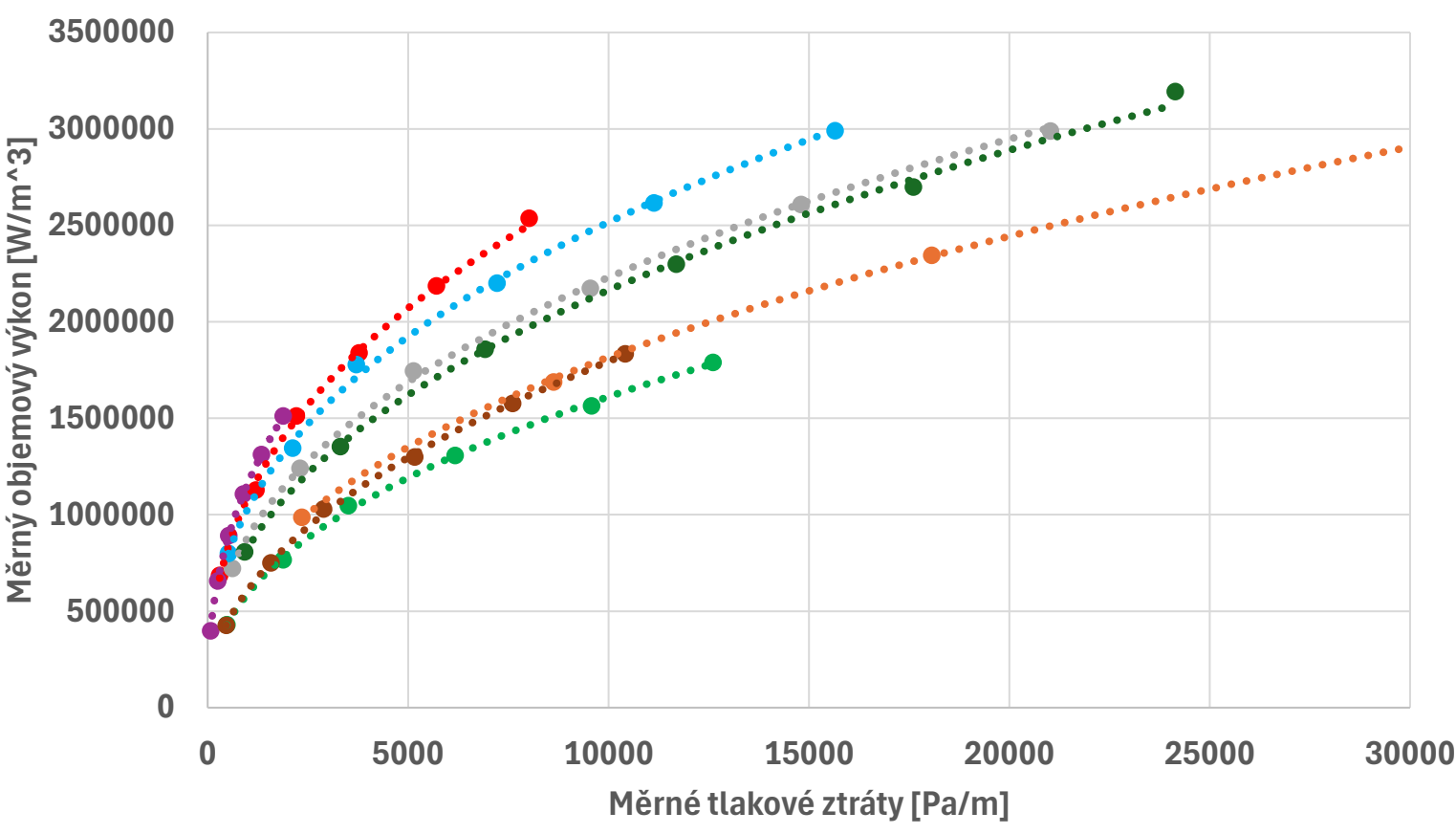
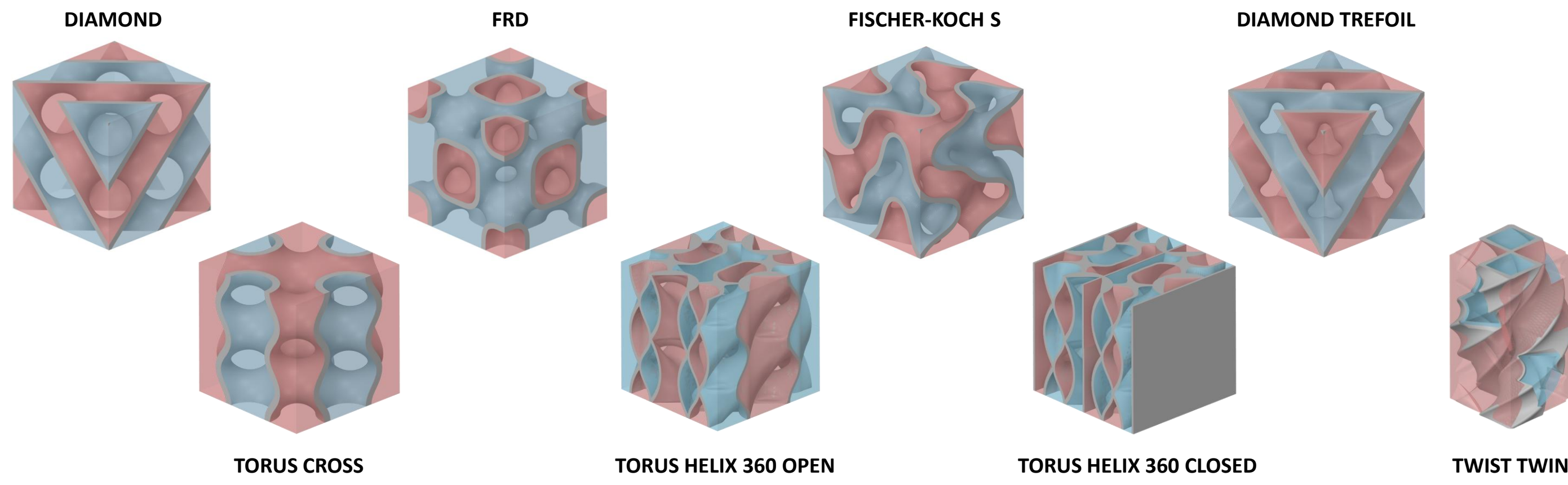
$$A_s = \frac{Q}{U \cdot \Delta T_{lm}} \quad A_s = \frac{Q_i}{U_m \cdot \Delta T_{lm,m}} + \frac{Q_o}{U_g \cdot \Delta T_{lm,g}} \quad A_s = V_{core} \cdot C_{As1} \cdot d^{C_{As2}-3}$$
$$A_s = \frac{Q}{U \cdot \Delta T_{lm}} \quad A_s = \frac{Q_i}{U_m \cdot \Delta T_{lm,m}} + \frac{Q_o}{U_g \cdot \Delta T_{lm,g}} \quad U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_H} + \frac{h}{\lambda_s} + \frac{1}{\alpha_C}} \quad \alpha_H = \frac{Nu_H \cdot \lambda_H}{D_H}$$
$$Nu_H = C_{NuH} \cdot \left(\frac{v_{cellH}}{v_H} \cdot D_H \right)^{C_{Nu2H}} \quad v_{cellH} = \frac{S_{inH} \cdot v_{hexH}}{S_{poreH}} \quad S_{poreH} = \frac{X \cdot Y \cdot (1 - C_{RD1} \cdot d^{C_{RD2}})}{2}$$

VÝPOČET TLAKOVÝCH ZTRÁT

$$dp = C_{dp} \cdot Re^{C_{dpRe}} \cdot D_H^{C_{dpDh}} \cdot L \quad dp = C_{dp} \cdot \left(\frac{v_{cell}}{v} \right)^{C_{dpRe}} \cdot (C_{Dh1} \cdot d + C_{Dh2})^{C_{dpDh} + C_{dpRe}} \cdot L$$

- Konstanty C_{xx} získány ze CFD a CAD modelu struktury

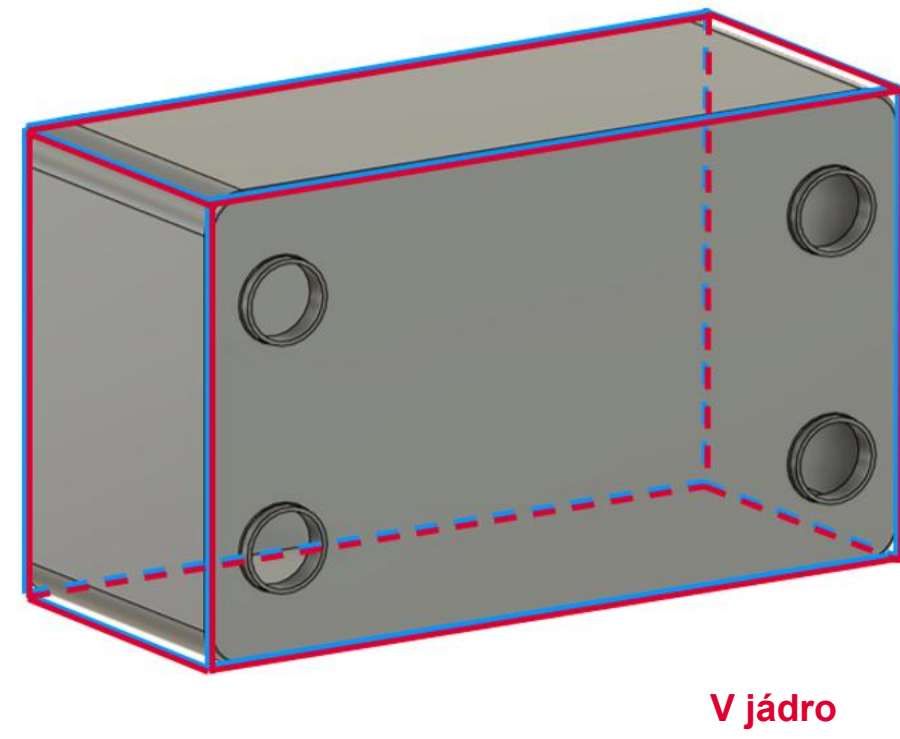
NÁVRH TEPLOSMĚNNÝCH STRUKTUR



- Porovnáno 8 struktur
- 3 TPMS struktury
- 5 navržených struktur
- Struktury porovnány pomocí CFD
- CFD model zjednodušen na řadu 3 buněk
- Nejlepší Diamond struktura

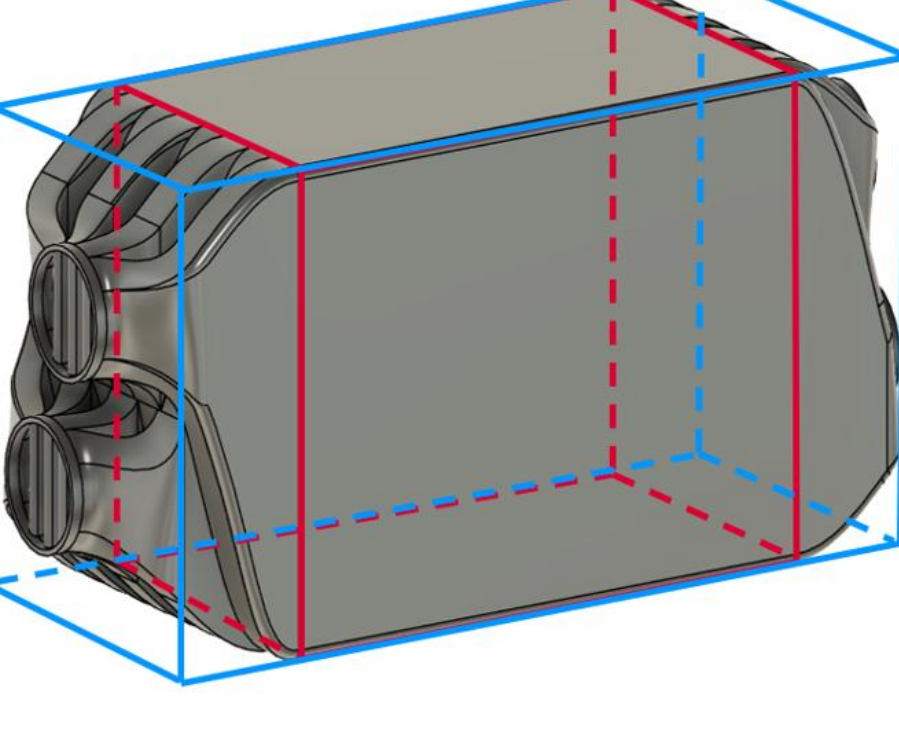
NÁVRH TEPelnÉHO VÝMĚNÍKU

VARIANTA I



- Plné jádro a nerovnoměrný tok

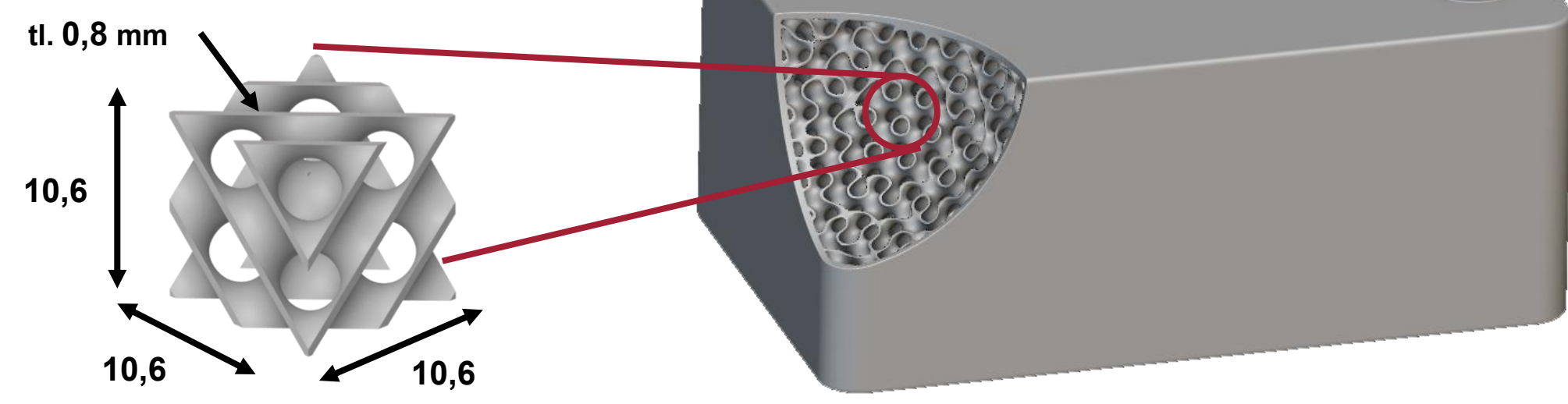
VARIANTA II



- Redukované jádro a rovnoměrný tok

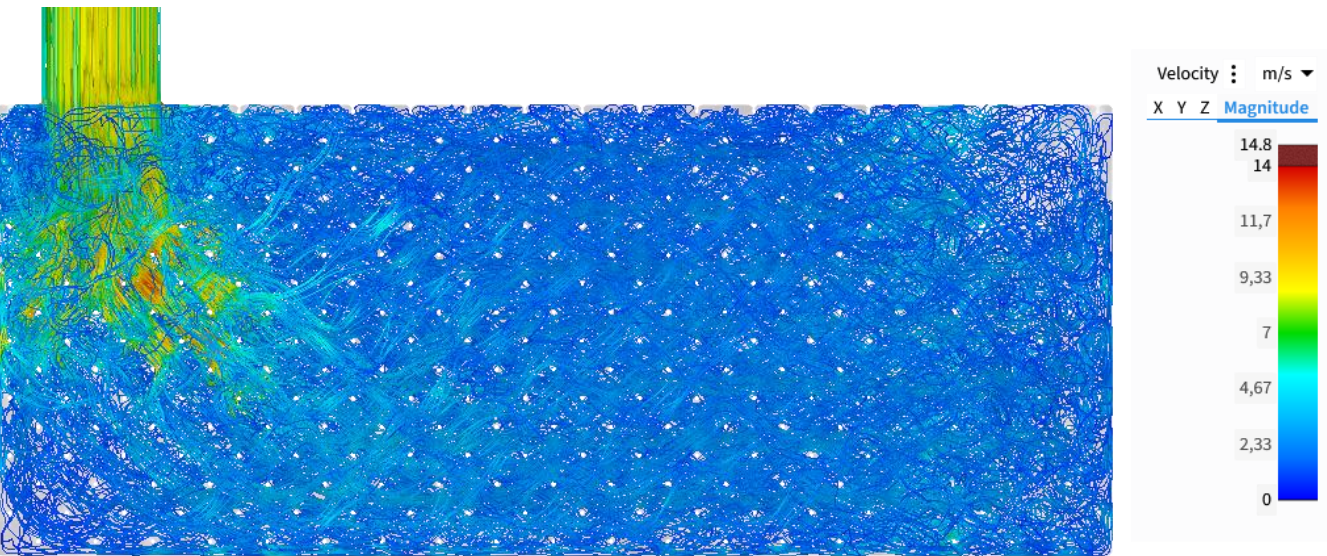
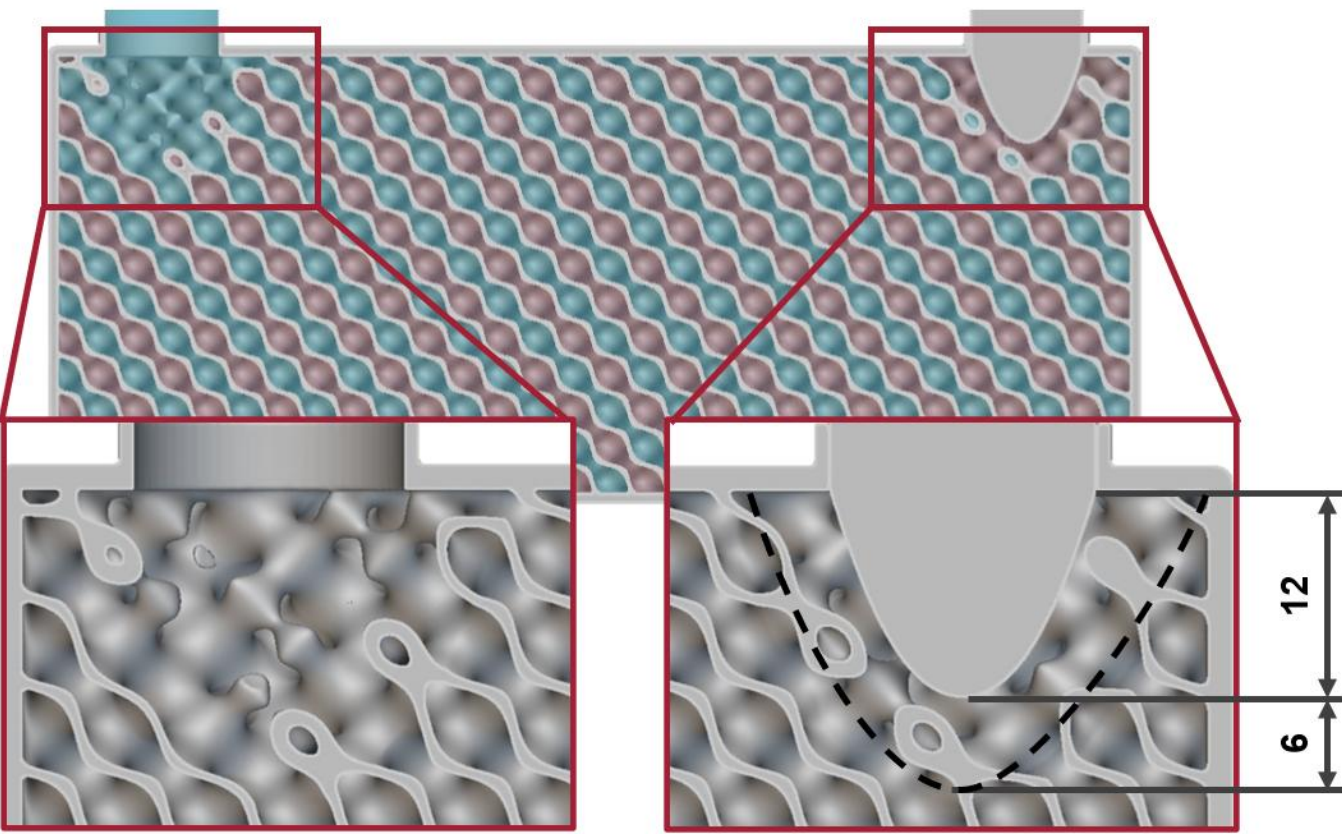
FINÁLNÍ ŘEŠENÍ = VARIANTA I

- Diamond struktura

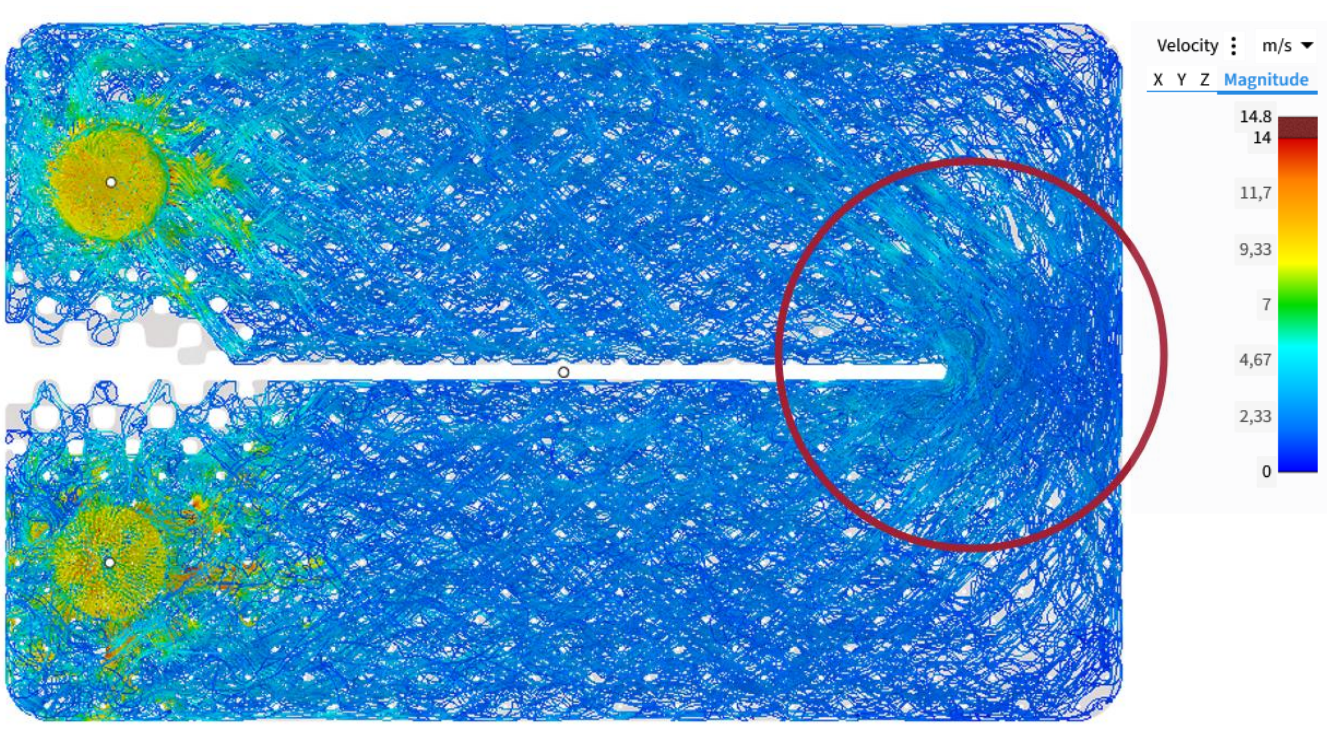
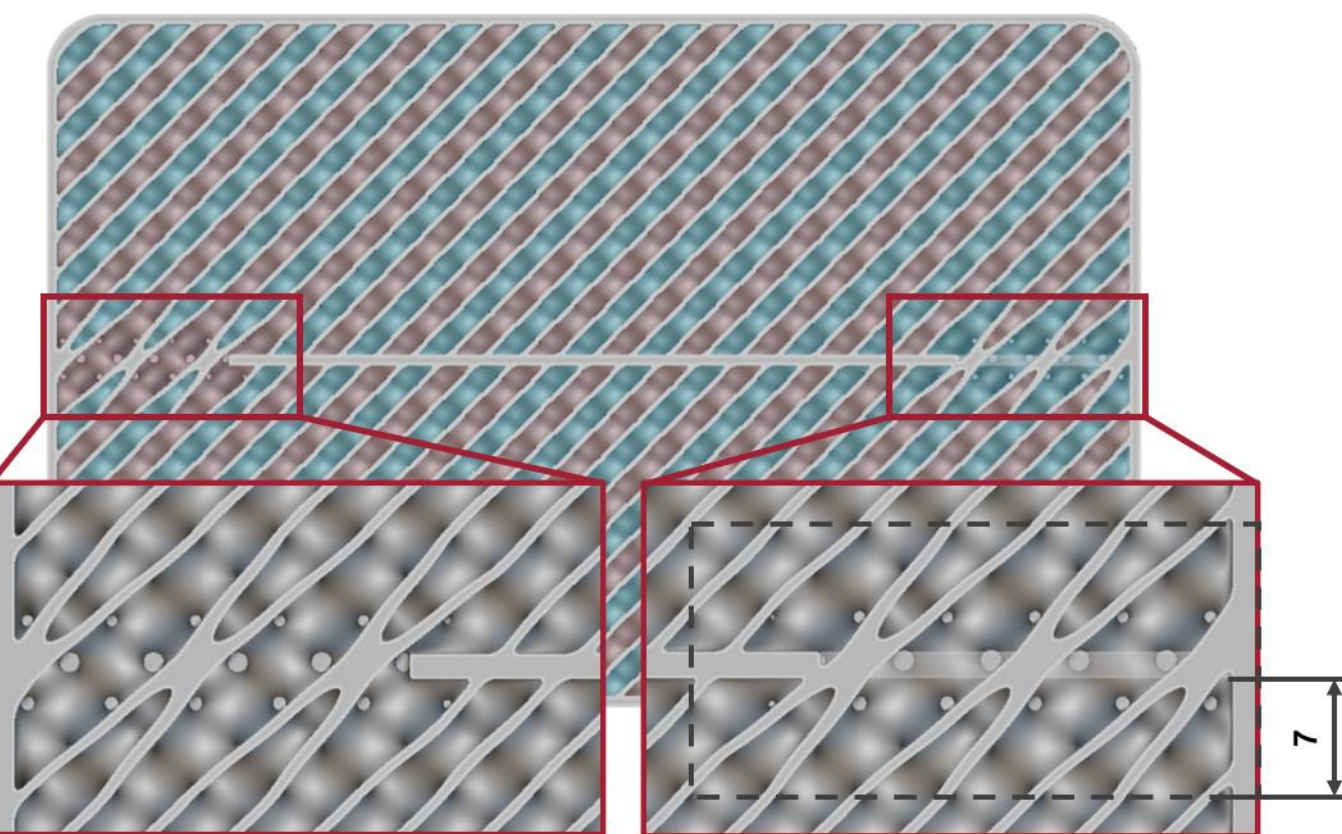


Parametr	Varianta I	Varianta II
Buňka [mm]	10,6	6,73
Relativní hustota [%]	23,9	37,4
Hmotnost [kg]	0,512	0,545
Tlak. ztráty [Pa]	2532	2791
Počet buněk [-]	663	1774
Teplosměn. plocha [m²]	0,273	0,281

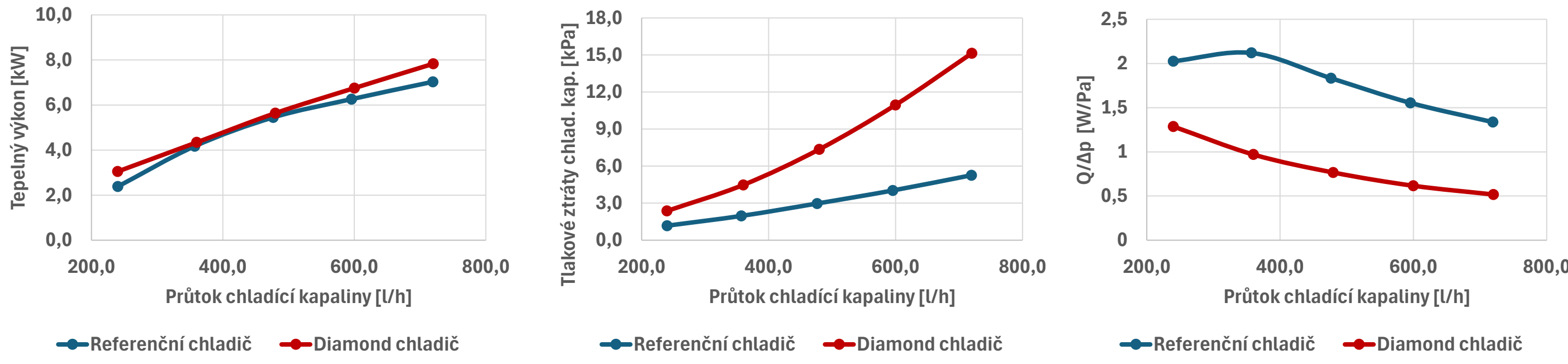
OPTIMALIZACE JÁDRA TEP. VÝMĚNÍKU



- Paraboloidní profil vstup/výstup. kanálů
- Gradientní struktura = rovnoměrný tok
- Redukce tlakových ztrát až o 80 %



VÝSLEDKY A ZÁVĚR



NAVŘZENÝ VÝMĚNÍK

- Vyšší tep. výkon o 7,8 %
- Vyšší tlak. ztráty o 161,3 %
- Poměr Q/dp nižší o 55,6 %
- Zlepšení redukci tl. stěny a modifikací struktury
- Jednodílná konstrukce – redukce o 40+ dílů

ODCHYLKY PŘESNOSTI MAT. MODELU

- Velikost buňky 16,7 %
- Tepelný výkonu 4,3 %
- Tlakové ztráty 74,1 %
- Zpřesnit vnesením korekčních součinitelů

