

Hydraulický návrh a CFD výpočet oběžného kola s integrovaným inducerem

Pavel Novosad
Energetický Ústav

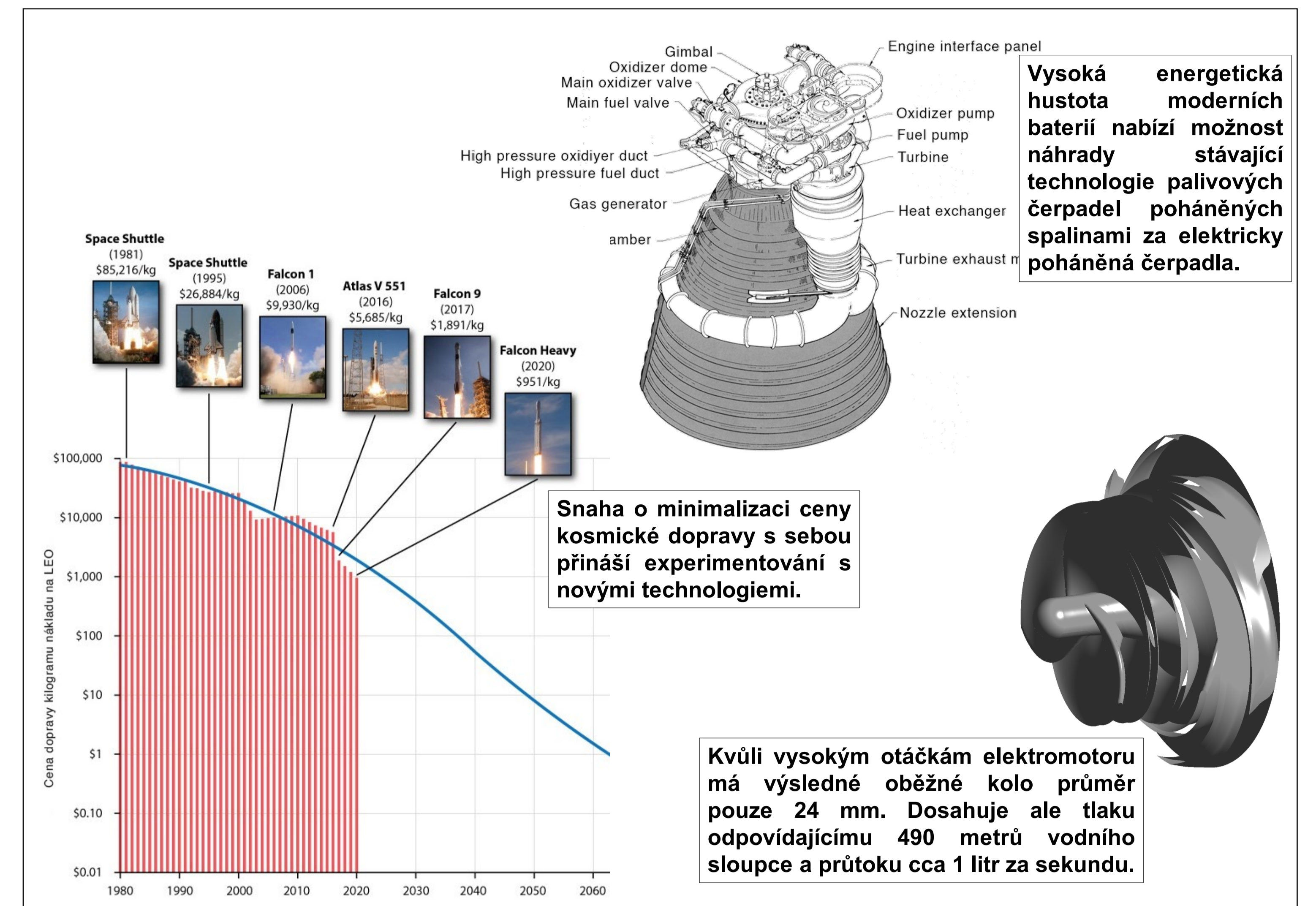


Zadání:

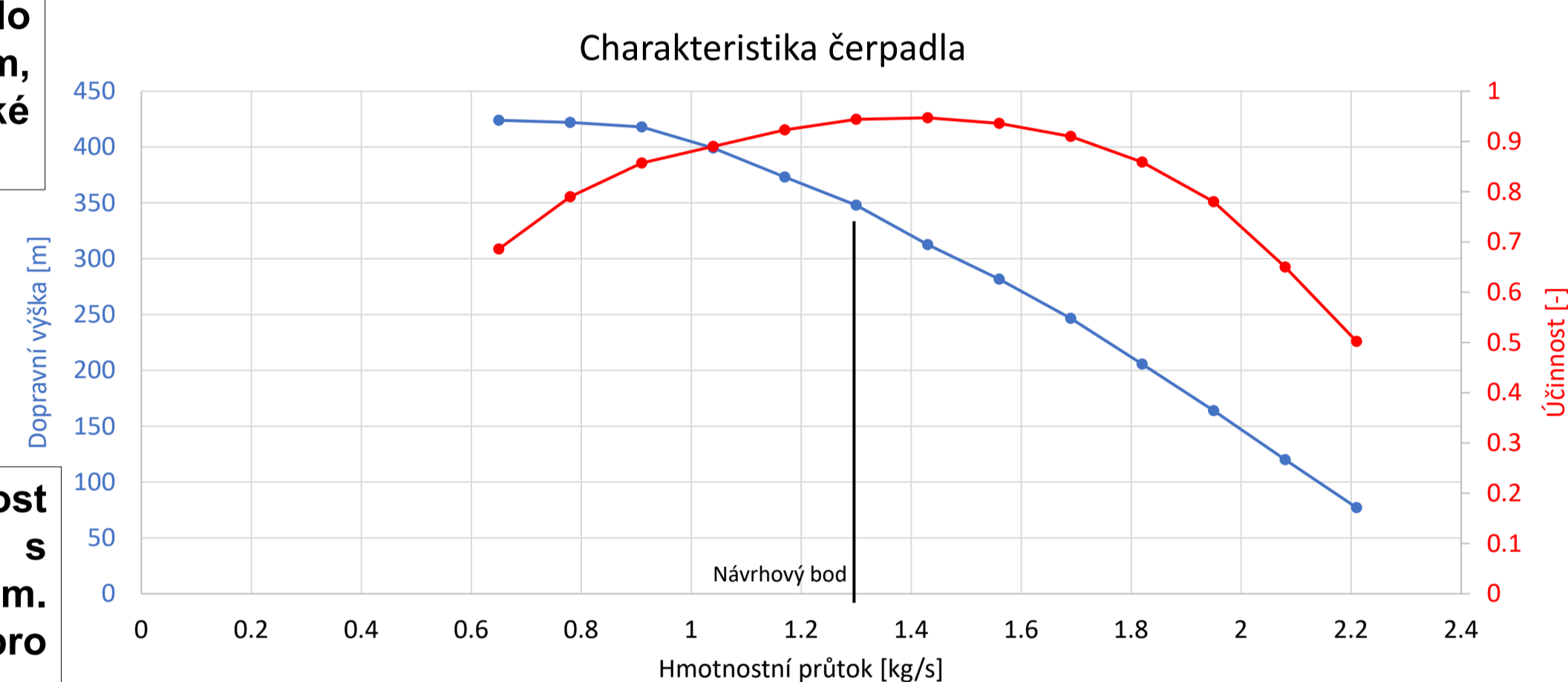
Toto téma je zaměřeno na hydraulický návrh oběžného kola s integrovaným inducerem a následnou verifikaci pomocí CFD výpočtů. V současné době na našem odboru probíhaly vývojové projekty související s návrhem elektricky poháněných čerpadel pro palivo a oksyločivadlo raketových motorů s tahem v řádu několik desítek kN. Projekty jsou většinou s vazbou na aktivity Evropské vesmírné agentury (ESA), kde je cílem navrhnout a vyrobit elektricky poháněný čerpadla využívajícího baterie jako zdroj elektrické energie. Požadavky většinou vedou na řešení, kdy čerpadlo běží při velice vysokých otáčkách 50 000 – 100 000 ot/min a tím pádem jsou rozměry hydraulických částí velice malé. Dalším faktorem je požadovaný, respektive garantovaný tlak na sání, který pokud není dostatečný, vede na řešení čerpadla s inducerem. Většinou je inducer řešen jako samostatné axiální kolo předřazené před hlavní oběžné kolo. S ohledem na malé rozměry se však nemusí jednat o výhodné řešení a proto je cílem této diplomové práce navrhnout oběžné kolo s „integrovaným“ inducerem, kde lopatky induceru tvoří zároveň některé z lopatek oběžného kola.

Cíle:

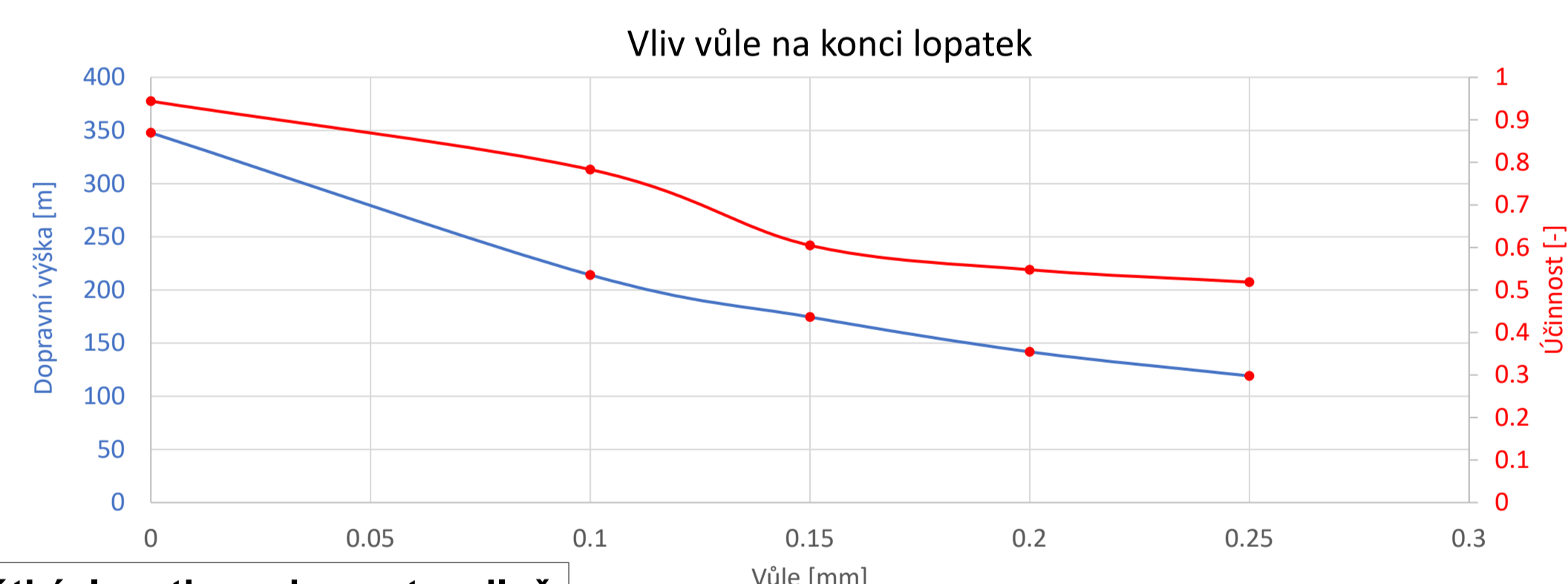
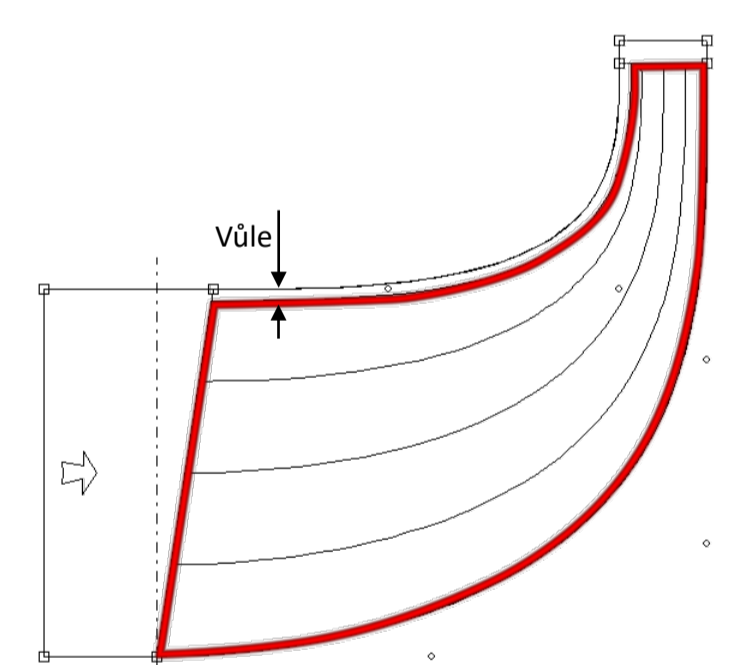
Cílem práce je hydraulický návrh oběžného kola s integrovaným inducerem, CFD výpočet navrženého řešení a srovnání s výsledky klasického řešení (inducer odělený od oběžného kola), respektive řešení bez induceru.



Navzdory tomu že je čerpadlo osazeno axiálním inducerem, dosahuje poměrně široké pracovní oblasti.

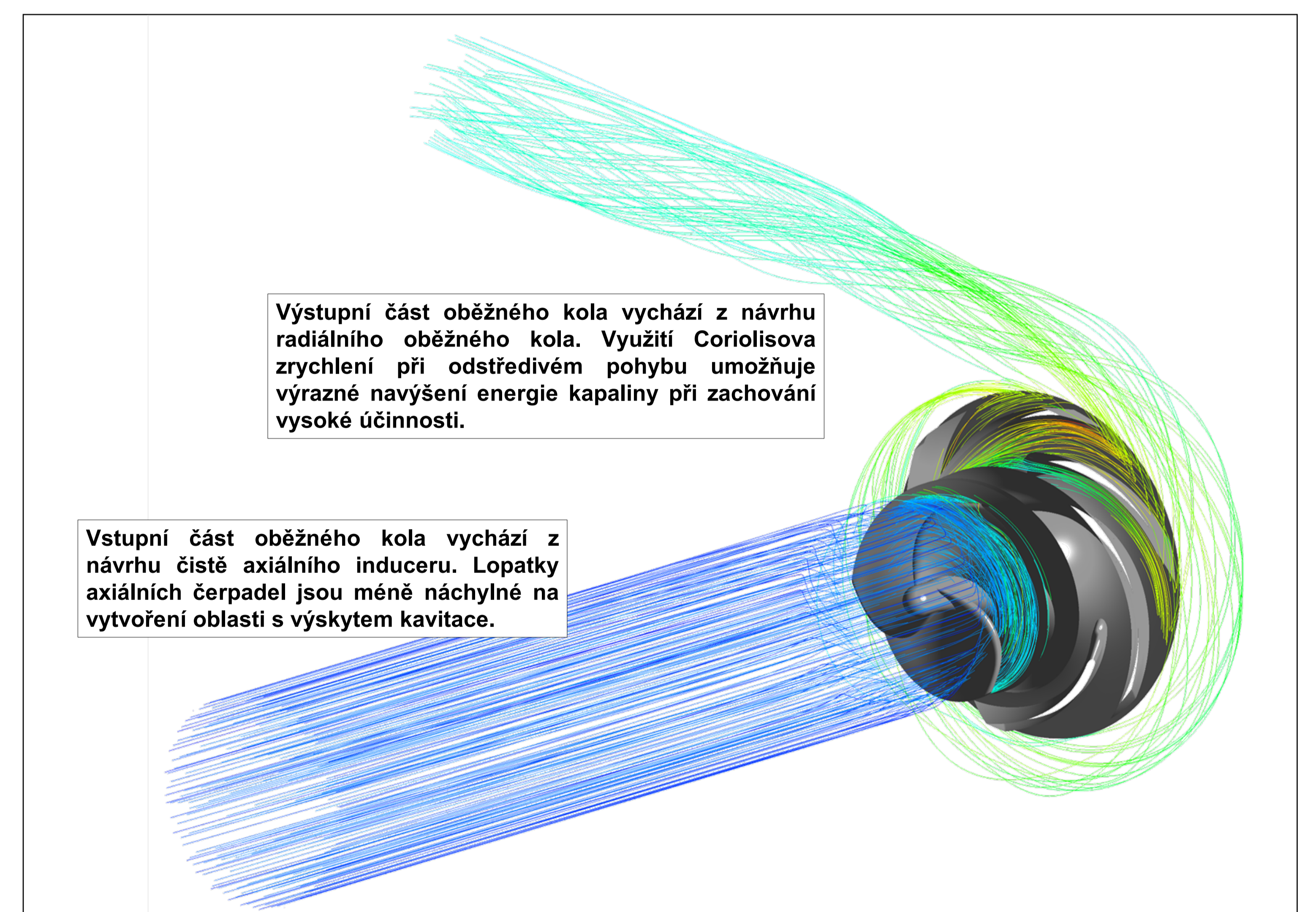


Nejvyšší dosažená účinnost uvažuje dokonalou geometrii s hydraulicky hladkým povrchem. Je to spíše parametr pro srovnání jednotlivých návrhů.

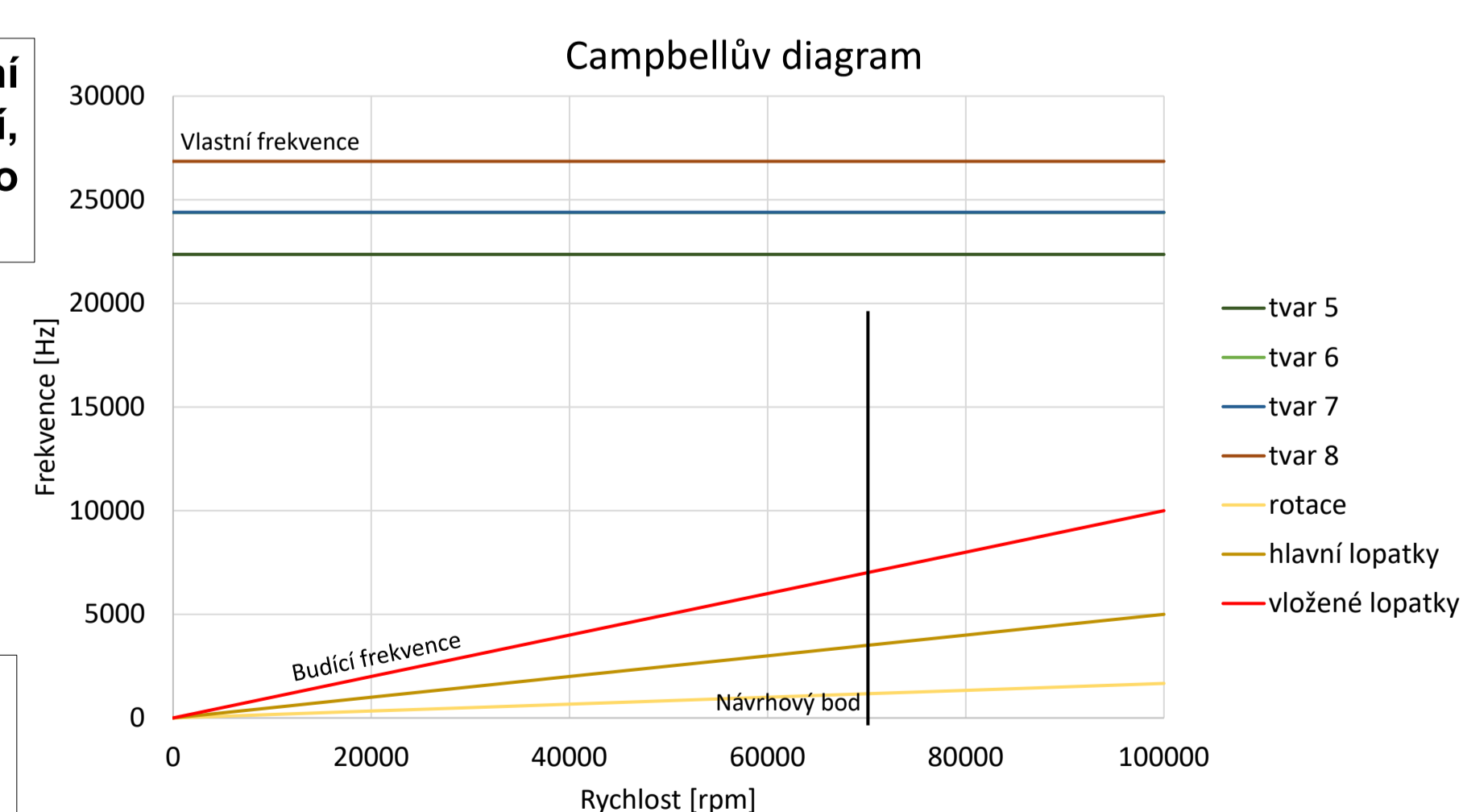


Čerpadlo má velmi krátké lopatky a je proto silně náchylné na spáru na jejich konci. Pro tuto aplikaci je výhodnější používat čerpadla s krycím diskem.

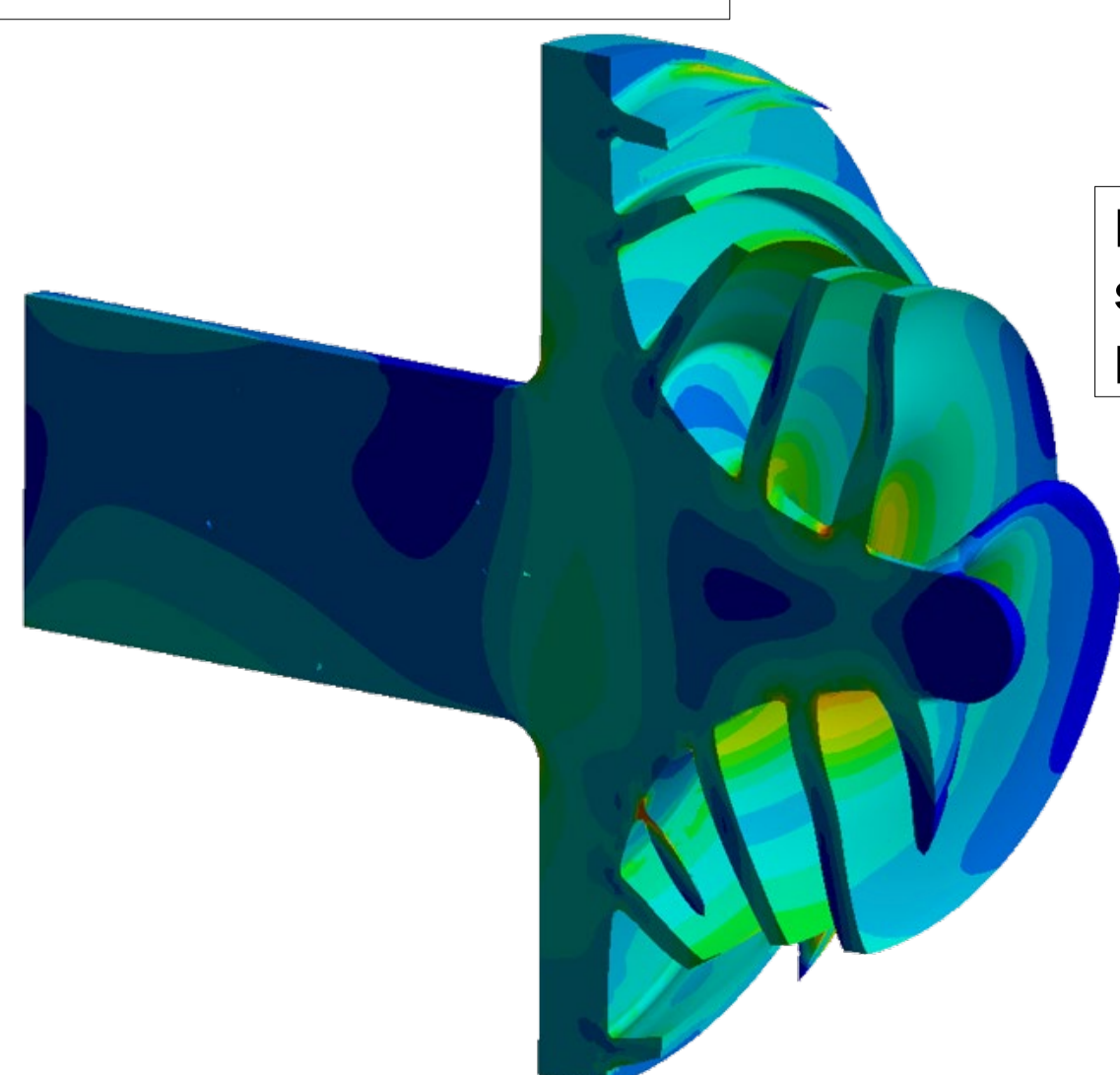
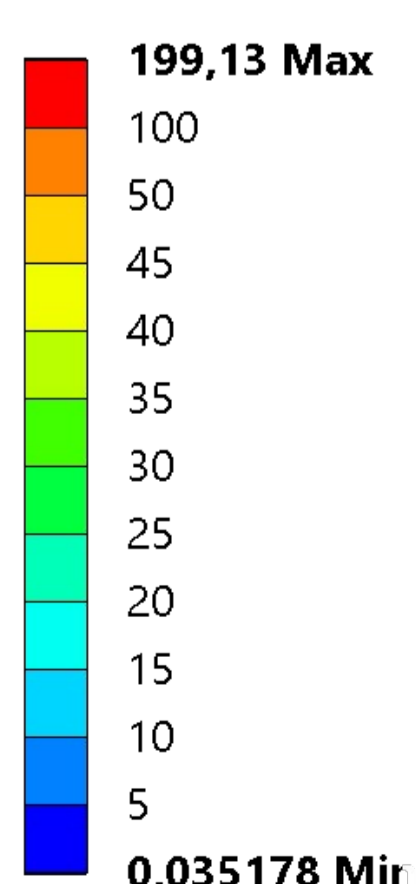
Varianta otevřeného oběžného kola je zkoumána kvůli technologickým omezením při výrobě oběžného kola s krycím diskem.



Vlastní frekvence odpovídající kmitání jednotlivých lopatek jsou výrazně vyšší, než frekvence jakéhokoliv očekávaného buzení.



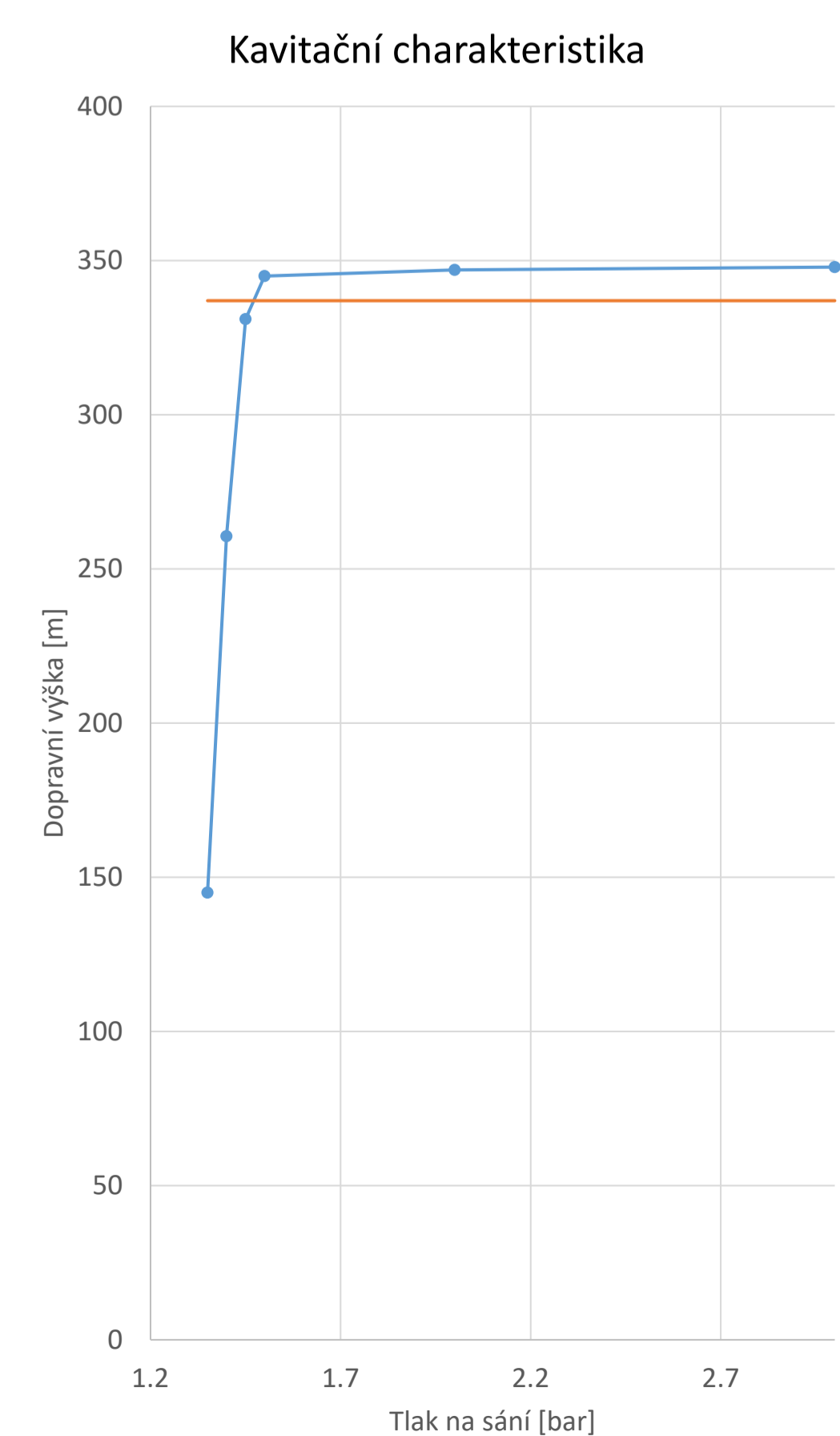
Zatížení od rotace a působení kapaliny je zásadní pro stanovení tloušťky lopatek a nosného disku oběžného kola.



Pro oběžné kolo bude použita slitina Inconel 718. Mez kluzu při 20°C 1030 Mpa.

Mimo optimální průtok na oběžné kolo čerpadla působí výrazná radiální síla způsobena interakcí lopatek s nosem spirály.

Od požadovaného tlaku na sání se odvíjí dimenzování palivového systému. Nižší tlak umožňuje úspory hmotnosti rakety.



Čerpadlo je schopno pracovat při statickém tlaku na sání 1,46 baru. Vzhledem k provozním otáčkám 70 000 rpm je to poměrně nízká hodnota.

