



Tallinna Tehnikaülikool
Loodusteaduskond
Küberneetika Instituut

**Arvutusliku vedelikudünaamika rakendamine
 hübriidrakettmootori pihusti kahefaasilise
voolamise analüüsis**

Bakalaureusetöö

Autor: Morgan Pilviste
Üliõpilaskood: 232740YAFB
Juhendaja: Janek Laanearu
Kaasprofessor tenuuris
Vee- ja keskkonnatehnika uurimisrühm:
Ehituse ja arhitektuuri instituut
Õppekava: Rakendusfüüsika

Tallinn 2026

Lühikokkuvõte

Arvutusliku vedelikudünaamika rakendamine hübriidrakettmootori pihusti kahefaasilise voolamise analüüsis

Käesolevas bakalaureusetöös käsitleti arvutusliku vedelikudünaamika rakendamist hübriidrakettmootori pihusti kahefaasilise voolamise analüüsis. Töö eesmärk oli hinnata, kuidas pihusti geomeetriselised parameetrid mõjutavad oksüdeerija voolamist, massivoogu ja voolu jaotumist põlemiskambri alguspiirkonnas.

Töö käigus koostati CFD-põhine töövoog, mille abil võrreldi erinevaid pihusti geomeetriaid. Simulatsioonides kasutati kahefaasilise voolamise kirjeldamiseks sobivat arvutusmudelit ning hinnati pihustusavades tekkivat rõhulangu, faasijaotust, voolu kiirenemist ja turbulentsi näitajaid. Eraldi pöörati tähelepanu sellele, kuidas pihustusnurga ja ava läbimõõdu muutmine mõjutab oksüdeerija massivoo vastavust soovitud sihttasemele.

Tulemused näitasid, et analüütilise eelarvutuse põhjal määratud geomeetria ei andnud CFD-simulatsioonides soovitud massivoo vastavust. Seetõttu kasutati simulatsioonide tulemusi pihustusavade läbimõõdu korrigeerimiseks. Korrigeeritud geomeetria võrdlus näitas, et erinevad pihustusnurgad mõjutavad disainikriteeriume erinevalt. Üks variant andis parema massivoo vastavuse, teine variant näitas tugevamaid turbulentsi ja võimaliku segunemise indikaatoreid ning kolmas jäi nende kahe vahele kompromissvariandiks.

Töö tulemused kinnitavad, et CFD võib olla kasulik tööriist hübriidrakettmootori pihusti esmastest disainiiteratsioonides. Simulatsioonid võimaldavad võrrelda erinevaid geomeetriaid enne katsekeha valmistamist ning aitavad vähendada eksperimentaalsete katsete arvu. Samas ei saa CFD-tulemusi käsitleda lõpliku valideerimisena. Pihusti töökindlus, massivoo vastavus ja voolujaotus tuleb kinnitada eksperimentaalsete külmvoolukatsete või mootorkatsetega.

Töös kasutatud mudelil olid ka piirangud. Simulatsioonid tehti piiratud füüsikalise aja jooksul ning töös ei käsitletud temperatuuri muutumist, soojusülekanne ega põlemisprotsessi. Edasises arenduses tuleks analüüsida ka muutuvate töötingimuste mõju ning võrrelda arvutuslikke tulemusi eksperimentaalsete mõõtmistega.

Üliõpilane: Morgan Pilviste
Kuupäev: 25.05.2026
Allkiri: (allkirjastatud digitaalselt)

Juhendaja: Janek Laanearu
Kuupäev: 25.05.2026
Allkiri: (allkirjastatud digitaalselt)