

SABAROOTORI EFEKTIIVSUSE VÄHENEMISE TEADLIKKUS EESTIS TEGUTSEVATE KOPTERIPILOOTIDE SEAS

Raul Paju

Juhendaja : Karl-Eerik Unt, MSc
Konsultant : Jaan Annus

TYPES OF HELICOPTERS



SINGLE-MAIN ROTOR HELICOPTERS



TANDEM-ROTOR HELICOPTERS



COAXIAL HELICOPTER



COMPOUND HELICOPTER

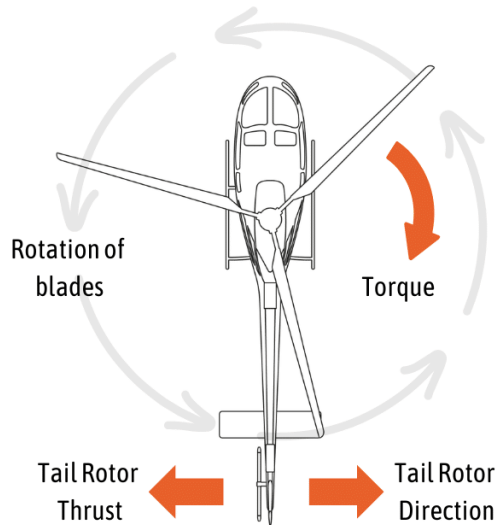


TILT ROTOR HELICOPTER

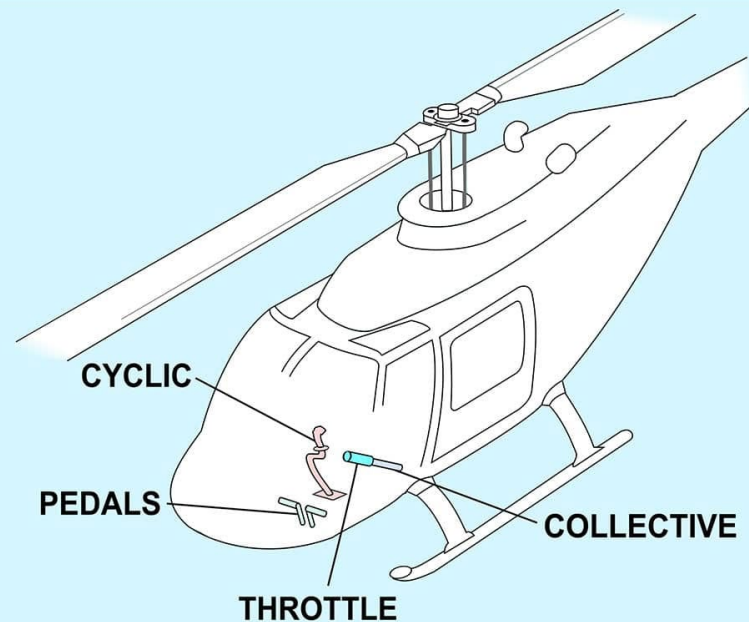


INTERMESHING ROTOR HELICOPTER

Kopterite aerodünaamika 2



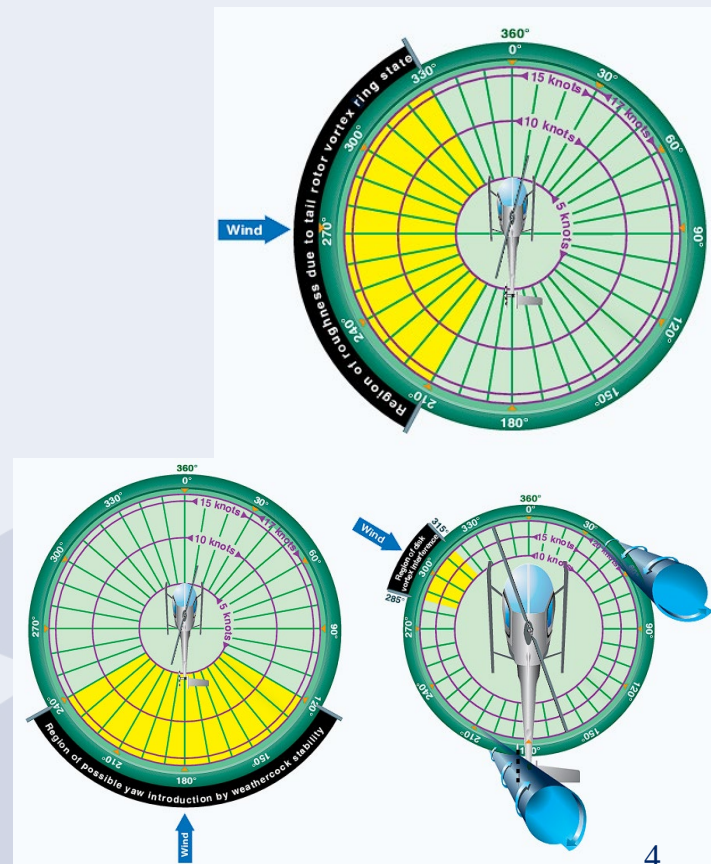
Source: <https://www.helicopterpro.com/blog/how-do-helicopters-fly/>



(Montgomery, 2023)

Sabarootori efektiivsuse vähenemine

- *Loss of Tail rotor Effectiveness (LTE)* või *unanticipated yaw*
- Aerodünaamiline efekt
- Väljendub madalal kiirusel
- Võib areneda ohtlikuks pöörlemiseks



- *LTE* õnnetusi kaardistatud USA territooriumil ligi 5 korda aastas (*NTSB*, 2017)
- Kasvav kopterite ostmine ja kopteripilootide koolitamine Eestis (Eilat, 2021)
- *EPAS* 2023-2025: hinnata *LTE* mõju (*EASA*, 2023)

Lõputöö eesmärk

- Välja selgitada Eestis tegutsevate kopteripilootide teoreetilised teadmised ja kogemused seoses sabarootori efektiivsuse vähenemisega

Töole on seatud kaks uurimisküsimust

- Millised on Eesti kopteripilootide teoreetilised teadmised sabarootori efektiivsuse vähenemisest?
- Missugused juhtumid on Eestis tegutsevate kopteripilootidega aset leidnud seoses sabarootori efektiivsuse vähenemisega?

Lennuakadeemia kopterisimulaator ei oma füüsika mudelit *LTE* jäljendamiseks

- Küsimustik

- 09.04.2024 – 03.05.2024
- 22 küsimust
- Üldine teave, teoreetilised teadmised, kogemused ja treening

- Intervjuu

- Intervjuu kolme piloodiga, kes jätsid kontaktandmed küsimustikule ja kellel oli eelnev kogemus *LTE*-ga

Tulemused 1

Küsimustik

- Vastajaid 19 – 18 kopteripilooti, 1 kaugpiloot
- Peamised teooria põhised eksimused parima taastumistehnika valikul - 60% eksimusi
- *LTE*treening
 - Kõigil läbitud teoreetiline õpe
 - 8 pilooti 18 -st harjutanud praktiliselt kas simulaatoril või kopteril
- *LTE*kogemus
 - 6-l piloodil 18 -st kogemus mis mõjutas või oleks võinud mõjutada lennuohutust

Tulemused 2

Intervjuu

- 3 osalejat
- Intsidendid
 - Kahel osalejal pöörlemisse sattumine
 - Kõigijaoks tekkis efekt väga ootamatult
 - Valdavaks tingimuseks puhanguiline või üle takistuste puhuv tuul
- *LTE* lisaküsimused
 - Parim taastumistehnika valik – piloodid pole harjunud tegema järske liigutusi
 - Tuleb säilitada pilootide teadlikkus efektist

- Üldteadmised efektist on head. Suuremaks probleemiks osutus parima taastumistehnika valik, millega ligi 60%-i vastanutest eksis
- Kahel korral on Eestis tegutsevad kopteripiloodid sattunud pöörlemisse – valdav tegur puhanguiline või üle takistuste puhuv tuul
- Kuna efekt avaldus intervjuudes osalejatel ootamatult, tuleks lennukoolide teoreetilises osas käsitleda rohkem parimat taastumistehnikat LTE pöörlemisest väljumiseks
- Mõelda võimalustele praktilisteks harjutusteks LTE st väljumiseks, kas kopterisimulaatoris või kopteris ohutute protseduuridega



Kasutatud materjalid

Eilat, T. (26. mai 2021. a.). "Pealtnägija": mis põhjustas Eestis kopteribuumi? *Eesti Rahvusringhääling*.

European Union Aviation Safety Agency. (17. jaanuar 2023. a.). *European Plan for Aviation Safety (EPAS) 2023-2025*

Federal Aviation Administration; Safety Research Corporation of America. (2019). *Helicopter Flying Handbook, Chapter 11 Helicopter Emergencies and Hazards*

Montgomery, M. (12. september 2023). How do helicopters fly? Understanding the aerodynamics. *Helicopter Pro*.

National Transportation Safety Board. (märts 2017. a.). *NTSB Safety Alert: Loss of Tail Rotor Effectiveness in Helicopters*

Sabhadiya, S (n.d). 21 Types of Helicopters Explained (A Full Guide). *The Engineering Choice*.