



TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

SCHOOL OF ENGINEERING

Department of Electrical Power Engineering and Mechatronics

WATER RESCUE UAV

VETELPÄÄSTE MEHITAMATA ÕHUSÕIDUK

MASTER THESIS

Student: Kristo Toots

Student code: 212000MAHM

Supervisor: Martin Sarap, Early Stage Researcher

Tallinn, 2023

SUMMARY

The author of the current master's thesis explores the possibility of enhancing the use of UAVs in water rescue missions to raise the effectiveness of the work of lifeguards. Therefore, in the current master's thesis, a prototype for the buoyant water rescue UAV design that functions as both a water rescue UAV and a rescue buoy that a drowning victim can grab was created. It was developed to prevent scenarios in which a conventional water rescue UAV release mechanism might drop a rescue buoy out of reach of a drowning victim. Also, a prototype of the WPT system was created to maintain the water rescue UAV always in standby mode to enable the water rescue UAV to reach drowning victims faster, because powering on water rescue UAVs and establishing satellite connection is a time-consuming process.

To accomplish those goals necessary electronics and mechanics components were selected for the prototypes of the water rescue UAV and the WPT system. Two water rescue UAV prototypes were created: a prototype for the buoyant water rescue UAV design and a prototype for the conventional water rescue UAV design. Styrofoam was used to provide buoyancy for the prototype of the buoyant water rescue UAV. A program was written for the development board to power down the WPT system when the water rescue UAV is not on it.

Various tests were conducted to find out the capabilities of the prototypes of the buoyant and conventional water rescue UAVs and the WPT system. It was discovered during the tests that the WPT system functions properly and provides on average a 20 second time advantage for the water rescue UAVs with the DJI Naza-M V2 flight controller on water rescue missions, because this is the time that is necessary for powering on the DJI Naza-M V2 flight controller. Additionally, the buoyant water rescue UAV can maintain its buoyancy and stay afloat when a person with the body weight of at least 86 kg leaned on it. The speed test results showed that the buoyant water rescue UAV with the WPT system is faster than the conventional water rescue UAV without the WPT system on distances of up to 200 m, but slower at the 300 m and 400 m distances. Nevertheless, the buoyant water rescue UAV was unstable and even crashed once during testing. Therefore, the best solution for water rescue missions is the conventional water rescue UAV with the WPT system, because of its stability and 1.7 to 2.2 times superior speed on all distances of the tests than the speed of the buoyant water rescue UAV.

In the future it is planned to develop a conventional water rescue UAV with the WPT system and the ability of dropping multiple rescue buoys from a release mechanism. An

area of further research is machine learning and artificial intelligence for creating automatic aiming system for improved accuracy or developing half autonomous water rescue UAVs with a system that detects suspected drowning victims. Additionally, it is planned to design a more powerful WPT system for charging the onboard battery and a fixed wing UAV with vertical take-off and landing capability for increased velocity.

KOKKUVÕTE

Käesoleva magistritöö autor uurib mehitamata õhusõidukite kasutamisevõimalust vetelpääste operatsioonides, et tõsta rannavalvurite tööviljakust. Seetõttu valmistati käesoleva magistritöö raames ujuva vetelpääste mehitamata õhusõiduki prototüüp, mis täidab nii mehitamata õhusõiduki kui vetelpäästevahendi rolli, millest uppuja saab kinni haarata. Antud lahendus arendati välja, et vältida olukordi, mil konventsionaalse vetelpääste mehitamata õhusõiduki vallandamismehansim kukutab vetelpääste vahendi uppuvast abivajajast eemale. Lisaks valmistati juhtmevaba laadimissüsteem, et hoida vetelpääste mehitamat õhusõidukit alati käivitatud olekus, et vetelpääste mehitamata õhusõiduk jõuaks kiiremini abivajajateni, kuna vetelpääste mehitamata õhusõiduki käivitamine ja satelliidiühenduse loomine on ajakulukas protsess.

Vetelpääste mehitamata õhusõiduki ja juhtmevaba laadimissüsteemi prototüüpide valmistamiseks valiti välja sobilikud elektroonika ja mehaanika komponendid. Vetelpääste mehitamata õhusõidukist valmistati kaks prototüüpi: ujuva vetelpääste mehitamata õhusõiduki prototüüp ja konventsionaalse vetelpääste mehitamata õhusõiduki prototüüp. Ujuva vetelpääste mehitamata õhusõiduki ujuvuse tagamiseks kasutati penoplasti. Arendusplaadi jaoks kirjutati programm, mis lülitab välja juhtmevaba laadimissüsteemi, kui vetelpääste mehitamata õhusõidukit pole selle peal.

Mitmesugusete katsetega määrati kindlaks ujuva ja konventsionaalse vetelpääste mehitamata õhusõidukite ja juhtmevaba laadimissüsteemi prototüüpide võimekus. Katsete käigus leiti, et juhtmevaba laadimissüsteemi funktsioonid toimivad ja vetelpääste mehitamata õhusõidukid saavad seda kasutades keskmiselt 20-sekundilise ajaeelise vetelpääste operatsioonidel, kuna selline ajaperiood kulub DJI Naza-M V2 lennukontrolleri käivitamiseks. Lisaks säilitas ujuv vetelpääste mehitamata õhusõiduk oma ujuvuse ja püsis veepinnal, kui inimene kehakaaluga vähemalt 86 kg toetub sellele. Kiiruskatsete tulemused näitasid, et ujuv vetelpääste mehitamata õhusõiduk juhtmevaba laadimissüsteemiga on konventsionaalsest vetelpääste mehitamata õhusõidukist ilma juhtmevaba laadimissüsteemita kiirem vahemaadel kuni 200 m, kuid aeglasem vahemaadel 300 m ja 400 m. Sellegipoolest oli ujuv vetelpääste mehitamata õhusõiduk ebastabiilne ja kukkus testimisel isegi üks kord alla. Seetõttu on vetelpääste operatsioonideks parim lahendus konventsionaalne vetelpääste mehitamata õhusõiduk juhtmevaba laadimissüsteemiga selle stabiilsuse ja 1,7 kuni 2,2 korda kõrgema kiiruse tõttu testide vahemaadel kui ujuva vetelpääste mehitamata õhusõiduki kiirus.

Tulevikus on plaanis arendada välja konventsionaalne vetelpääste mehitamata õhusõiduk juhtmevaba laadimissüsteemiga, millel on vallandamismehanism mitme vetelpäästevahendi vallandamiseks. Edasine uurimistegevus keskendub masinõppe ja tehisintellekti abil automaatse sihtimisüsteemi arendamisele täpsuse tõstmiseks ja pool autonoomse vetelpääste mehitamata õhusõiduki arendamiseks koos potentsiaalseid uppujaid tuvastava süsteemiga. Plaanitakse ka arendada võimsam juhtmevaba laadimissüsteem, et laadida ka vetelpääste mehitamata õhusõiduki akut, ja arendada fikseeritud tiibadega vertikaalse startimise ja maandumise võimega vetelpääste mehitamata õhusõiduk kõrgema kiiruse tõttu.