

Please note! This is a self-archived version of the original article.

Huom! Tämä on rinnakkaistallenne.

To cite this Article / Käytä viittauksessa alkuperäistä lähdettä:

Martikainen, A., Perttula, A. & Tammi, K. (2023) Droonilla töihin. TAMK-konferenssi – TAMK Conference 2023. Tampereen ammattikorkeakoulun julkaisuja, Erillisjulkaisuja, s. 102-109.

URL: <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-7266-78-6>

*Aki Martikainen, lehtori, Teollisuusteknologia, Tampereen ammattikorkeakoulu*  
*Antti Perttula, yliopettaja, Teollisuusteknologia, Tampereen ammattikorkeakoulu*  
*Kalle Tammi, projektipäällikkö, Rakennettu ympäristö ja biotalous, Tampereen ammattikorkeakoulu*

**HANKKEEN NIMI: DRONEN AMMATTIKÄYTTÖ (NRO 706744)**

# DRONILLA TÖIHIN

Asiasanat: dronet, droonit, miehittämättömät ilma-alukset, työvoimakoulutus

Droonit ovat herättäneet viime aikoina huolta muun muassa kriittisen infrastruktuurin lähellä tehdyissä epäilyttävissä havainnoissa. Näiden taustalla lieenee hybridiuhkaajan sijaan ollut harrastelija tai työtehtävään suorittava kauko-ohjaaja. Droonit tunnetaan huonosti ja nähdään haittana, vaikka niiden hyötykäytöllä on suuri potentiaali. Voisivatko droonit olla työkalu työttömyyden vähentämiseen? TAMK toteutti Jyväskylässä syksyllä 2022 KESELY:n tilaaman Dronen ammattikäyttö-työvoimakoulutuksen. Artikkelissa esitellään koulutus ja käydään läpi siitä saatu palaute. Tämän jälkeen pohditaan tarjotun osaamisen ja kauko-ohjaajan pätevyyden hyödyntämistä työelämässä. Lopuksi esitetään jatkokoulutusehdotuksia droonien ammattikäytössä syventymiselle.

Tällä hetkellä droonikentällä vallitsee työvoimapula (Kramar, Kanth, Toppinen, Rabah, Immonen, Koskela, Erkkilä, Westerlund, Tenhunen, Isoaho, Lybeck, Perttula, Tammi, Sjöholm, Arffman, Ruotsalainen, Tikanmäki, Röning 2021, 353). Työvoimapulaisille aloille TE-palvelut hankkivat oppilaitoksilta työllistymistä edistävää koulutusta, jota kutsutaan työvoimakoulutukseksi. Se on maksutonta ja tarkoitettu työttömille tai työttömyysuhan alaisille aikuisille, joilla pysyy oikeus työttömyysturvaan koulutuksen aikana. Opiskelijavalinnat hakemusten ja haastattelujen perusteella tekee valintaryhmä, johon kuuluu TE-palveluiden asiantuntijoita sekä oppilaitoksen edustaja. Valintaperusteenä ovat tarve ja soveltuvuus koulutukseen, kiinnostus, motivaatio, aiempi kokemus sekä vaikutus työllistymiseen. (KEHA-keskus 2022.)

Droonikoulutukseen valittiin kaksivaiheisten haastatteluiden perusteella 12 henkilöä, joiden taustat ja ikäjakauma olivat hyvin monimuotoiset. TAMKilta koulutuksen järjestämiseen osallistui seitsemän henkilöä. Koulutus jaettiin kolmeen osa-alueeseen: droonitoiminnan

ja lennättämisen perusteisiin, tulevaisuuden työelämätaitoihin sekä työssäoppimisjaksoon (TAMK Tree 2022; TE-palvelut 2022). Koulutus muodostui sekä etäopetuksesta että lähipäivistä Jyväskylässä viiden viikon aikana, jonka jälkeen alkoi viiden viikon työharjoittelu. Lähipäiviä oli kahdeksan, joissa aamupäivät olivat teoriaa tai laitteistoon tutustumista ja iltapäivät lennättämistä. Lennätys vaati aina kahden opettajan paikallaolon. Etäpäiviä oli seitsemän. Useimmissa etäpäivissä aamupäivä käsiteltiin drooneja ja iltapäivä työelämätaitoja. Tässä artikkelissa keskitymme käsittelemään droonitoiminnan osuutta, jota toteuttamassa oli neljä opettajaa.

### **Askeleet drooniammattilaiseksi**

Osalla koulutettavista oli jo aiempaa kokemusta drooneista, osalla taas pelkkä motivaatio ja mielenkiinto alaa kohtaan. Koulutus aloitettiin aivan lähtötasolta, jotta kaikille saatiin riittävät tiedot ja taidot vastuulliseen ja turvalliseen lennättämiseen. Ensimmäisenä aiheena olivat toimintaa koskevat säännöt, säädökset ja luvat. Droonien käyttö on Euroopan Unionissa tarkasti säädeltyä komission täytäntöönpanoasetuksella 2019/947. Droonitoiminta jaetaan kolmeen kategoriaan: avoin, erityinen ja sertifioitu. Avoimessa kategoriassa toiminta ei edellytä toimintaluvan hakemista eikä aloitusilmoitusta, mutta siinä on asetettu rajoituksia drooneille, hyötykuormalle ja lentokorkeudelle. Lisäksi avoimessa kategoriassa täytyy pitää suora näköyhteys drooniin ja on pysyttävä turvallisen välimatkan päässä ihmisistä. Ihmisjoukkojen ylle ei saa lentää eikä droonista saa pudottaa mitään. (Täytäntöönpanoasetus 2019/947.)

Toiminta avoimessa kategoriassa on hyvä lähtökohta droonien käytön aloittamiselle rajoituksistaan huolimatta, koska siihen liittyvä lupamenettely on hyvin kevyt. Täytäntöönpanoasetuksen 2019/947 liite A määrittelee avoimen kategorian alakategoriat A1, A2 ja A3. Näillä alakategorioilla on eriävät vaatimukset kauko-ohjaajan pätevyydelle ja droonien teknisille ominaisuuksille. Alakategoriassa A1 toiminta sallitaan alle 900 gramman droonilla ihmisten lähellä. Alakategoriassa A2 voidaan lentää alle 4 kg droonia vähintään 30 metrin etäisyydellä ihmisistä tai matalanopeustilassa lähempänä. Alakategoriassa A3

droonien painorajoitus on jopa 25 kg, mutta toiminnan täytyy pysyä 150 metrin etäisyydellä alueilta, joissa voi liikkua ihmisiä. (Täytäntöönpanoasetus 2019/947; Delegoitu asetus 2019/945.)

Pätevyysvaatimus on sama alakategorioissa A1 ja A3: kauko-ohjaajan täytyy suorittaa viranomaisen, Suomessa Traficomin, järjestämä verkkoteoriakoe opiskeltuaan ensin siihen liittyvän aineiston, johon sisältyy luvut lentoturvallisuudesta, ilmatilarajoituksista, ilmailusäädöksistä, ihmisen suorituskykyrajoitteista, lentotoimintamenetelmistä, droonituntemuksesta, yksityisyydensuojasta, vakuutuksista ja turva-asioista. Alakategoriaan A2 vaaditaan lisäksi lisäaineiston opiskelu sääopista, droonien lentosuorituskyvystä sekä maariskien lievennyksestä. Lisäksi A2-pätevyys edellyttää valvotun lisäteoriakokeen suorittamista sekä omatoimista käytännön harjoittelua. (Täytäntöönpanoasetus 2019/947.)

Koulutuksessa käytiin läpi kaikkiin kolmeen alakategoriaan liittyvä teoriapohja ja harjoiteltiin opittua käytännön lennätyksessä sekä harjoitusteoriakokeessa. Osallistujilta edellytettiin tämän jälkeen hyväksytty alakategorioiden A1 ja A3 verkkoteoriakokeen suoritus. TAMKilla on rekisteröityneenä droonioperaattorina oikeus ilmoittaa opiskelijoita ja henkilökunnan jäseniä Traficomin A1- ja A3-alakategorioiden verkkoteoriakokeeseen ilman lisäkustannuksia. Halutessaan osallistujat saivat suorittaa omakustanteisesti valvotun A2 lisäteoriakokeen valitsemassaan viranomaisen tunnustamassa yksikössä. TAMKilla ei ole viranomaisen tunnustamaa oikeutta järjestää A2-alakategorian valvottuja kokeita.

Toisena aiheena harjoiteltiin droonien käytön teknisiä perusteita, kuten laitteiston lento- ja kuljetuskuntoon saattamista, lentoonläh- tö- ja paluutarkastuksia, akkujen asianmukaista ylläpitoa, kamera- tekniikkaa sekä mobiilisovelluksia niin droonien ohjaamiseen kuin lentorajoitusalueiden ja säätilan selvittämiseen. Erityisesti mobiili- ja tietokonesovellusten käyttö aiheutti haasteita osallistujien keskuu- dessa. Ohjelmistojen käytön hallinta on kuitenkin ehdoton edellytys droonien ammattikäytölle, sillä niiden tehokas käyttö työtehtävissä edellyttää usein lennon automatisointia. Automatisointia harjoiteltiin

usealla sovelluksella. Ammattikonteksti kuvauslentojen ympärille muodostui kartoituslennosta ja fotogrammetriasovelluksista. Näihin liittyi myös satelliittipaikannuksen hyödyntäminen. Tekniikan sovelusten lisäksi drooneihin liittyvää monialaista yritystoimintaa ja uuden toiminnan luomista käytiin läpi harjoitusten kautta. Osallistujien toiveita kuunneltiin ja järjestettiin lisäksi videonkäsittelykoulutusta. Näillä tiedoilla ja taidoilla osallistujat etenivät hankkimiinsa työharjoittelupaikkoihin.

Osallistujilta kerättiin palaute (Palaute 2022) koulutuksen lopussa. Palaute koostui sanallisen palautteen lisäksi kysymyksistä, joihin vastattiin asteikolla välttävästä erinomaiseen numeroituna 0...10. Vastaaajia oli kuusi. Koulutus sai kokonaiskeskiarvon 7,4 ja palautteista kävi ilmi sen hyödyllisyys. Useampi osallistujista olisi tosin toivonut enemmän media-alan sovellutuksia insinöörisovellutusten sijaan. Myös verkostoitumisapuja kaivattiin. Osallistujat suosittelisivat koulutusta asteikolla 0...10 keskiarvolla 7,8. Monet osallistujista olivat erittäin aktiivisia koulutuksessa ja palautteeseen kertomansa mukaan hankkivat jo oman droonin ja ovat saaneet toiminnalleen maksavia asiakkaita. (Palaute 2022.)

### ***Droonialan työllistymisnäkymät ovat tulevaisuudessa paremmat***

Vaikka droonit ovat nopeasti kehittyvä tekniikan ala ja niitä sovelletaan jo laajasti sekä teollisuudessa että julkisella sektorilla, ihmiset eivät kuitenkaan ole tietoisia siitä, miten droonit vaikuttavat elämäämme, mitä niillä voidaan tehdä ja kuinka he itse voisivat osallistua (Kramar ym. 2021, 353). Drooni on yksinkertaisimmillaan kohtuullisen edullinen työkalu, jolla voidaan viedä kamera, tai muu anturi, paikkoihin, jonne ei muuten helposti päästäisi. Vastaavan tehtävän suorittaminen miehitetyllä ilma-aluksella olisi joko erittäin kallista tai vaarallista. Kuitenkin työllistyminen pelkällä droonin omistamisella ja kauko-ohjaajan pätevyydellä lienee yhtä vaikeaa, kuin työllistyminen ammattivalokuvaajaksi kamerahankinnan ja ajokortin perusteella. On tärkeää löytää omaan osaamiseen liittyvä sovelluskohde ja kehittyä sen alalla. Käyttökohteita löytyy jo runsaasti mm. teknistie-

teellisissä sovellutuksissa, kuten mittauksissa, tarkastuksissa ja kartoituksissa, media-alalla kulttuurin, viihteen ja markkinoinnin kuva- ja videomateriaalin tuottamisessa sekä turvallisuusalalla erilaisissa valvonta- ja tiedustelutehtävissä. Tarkempaa kartoitusta sovelluskohteista ja koulutustarpeista on lähitulevaisuudessa odotettavissa UCNdronen -hankkeen yhteydessä julkaistavan kyselytutkimuksen perusteella (Kramar ym. 2021, 357).

EU-säätelyn (Täytäntöönpanoasetus 2019/947) asettamat rajoitteet toiminnalle avoimessa kategoriassa, kuten pysyvä näköyhteys ja kieltä materiaalin pudottamisesta, rajaavat sovelluskohteita pois. Avoin kategoria on kuitenkin hyvä lähtökohta ennen siirtymistä vaativampiin kategorioihin. Avoimen kategorian alakategorioissa ajankohtaiseksi haasteeksi muodostuu nykyisin markkinoilla olevien droonien puutteet delegoitujen asetusten 2019/945 ja 2020/1058 mukaisten C-luokkien täyttämiseksi. Valmistajat eivät ole vielä saaneet markkinoille vaadittuja C-merkittyjä laitteita, minkä vuoksi siirtymäaika on jo kahdesti jatkettu ensin Covid-pandemian yhteydessä (Täytäntöönpanoasetus 2020/746) ja myöhemmin etätunnistuksen standardointityön valmistumisen odottamiseksi (Täytäntöönpanoasetus 2022/425). Täytäntöönpanoasetuksen 2022/425 mukaisesti C-luokitus tulisi voimaan vasta vuoden 2024 alusta. Tämä tarkoittaisi sitä, että toiminta lähes kaikilla C-luokittelemattomilla nykydrooneilla siirtyy alakategoriaan A3, eli 150 metrin etäisyydelle ihmisen toiminnasta. Ihmisten lähellä saisi toimia enää erittäin kevyillä alle 250 gramman drooneilla tai uusien C-luokitusten mukaisilla laitteilla (Täytäntöönpanoasetus 2019/945). Käytännössä laadukkaaseen kuvaamiseen perustuva ammattimainen toiminta ihmisten lähellä edellyttäisi siis uuden etätunnistettavan droonin hankintaa ja todennäköisesti myös A2-alakategorian pätevyyden suorittamista.

Toisaalta nimenomaan sääntely on komission strategian (Drone Strategy 2022) mukaan luonut pohjat droonien laajamittaiselle ja turvalliseen ammattikäytölle. Komissio haluaa uudessa strategiassaan kansalaisten hyväksyvän droonit ja tuoda vuoteen 2030 mennessä siviilidroonien tehtäväksi hätäpalvelut, kartoituksen, kuvauksen, tarkastuksen, valvonnan sekä pienten ja kiireellisten lähetysten, kuten



lääkkeiden ja biologisten näytteiden, kuljetuksen. Lisäksi mainitaan matkustajien kuljetus ilmataksilla, ensin lentäjän kanssa ja myöhemmin autonomisesti. Strategia sisältää myös droonien torjuntaan ja resilienssiin liittyviä turvallisuussynergioita siviili- ja sotilassovellutusten välillä. Komissio on aloittanut strategian toteuttamisen 19 toimenpiteen listalla, joka sisältää muun muassa uudet koulutusvaatimukset kauko-ohjaajille, verkkoalustat teollisuudelle ja sidosryhmille, droonitekniikatietokartan sekä kyberturvallisuusmerkinnän drooneille. (Drone Strategy 2022.)

EU siis lupaa droonialalle valoisaa ja työllistävää tulevaisuutta. Toisaalta juuri tällä hetkellä sääntelyn takia ollaan käännekohdassa, jossa kynnys toiminnan aloittamiseen on suuri epäselvän lähitulevaisuuden takia. Toimijoiden määrän kasvaessa kansalliset ja kansainväliset käytännöt kuitenkin vakiintunevat. Heti kun valmistajat tuovat standardit täyttäviä laitteita markkinoille yrittäjäkin uskaltavat jo investoida toimintaan. Droonin ammattikäyttö -täydennyskoulutus on toivottavasti luonut jo pohjat tälle polulle.

### ***Jatkokoulutuksella vaativampiin kategorioihin ja yhteistyöllä monialaisuuteen***

Kuinka voisimme viedä ammattimaisen droonien käytön koulutusta vielä A1- ja A3-alakategoriat kattavia ensiaskeleita pidemmälle? Ensimmäinen kehityssaskel voisi olla A2-pätevyyden vaatiman poikkeustilanteiden omatoimiharjoittelun kouluttaminen esimerkiksi simulaatioharjoituksilla kalusto- ja henkilövahinkoriskien minimoimiseksi. Poikkeustilanteita ovat esimerkiksi ulkopuolisen ihmisen tai toisen ilma-aluksen tulo toiminta-alueelle, paikannuslaitehäiriöt, ulkoisen ilmiön vaikutus droonin sijaintiin ja asentoon, automaattilennon aiheuttamat vaaratilanteet ja yhteyden menetys (Traficom 2021). Seuraava askel voisi olla kouluttaa toimintaa erityinen-kategoriassa vaki-oskenaarioissa sekä käsitellä näistä poikkeavaan toimintaan vaadittu SORA-riskianalyysimenetelmä. SORA-menetelmässä määritetään systemaattisesti lentotoiminnalle varmuustaso maa- ja ilmariskit sekä niiden lievennystoimet huomioiden, sekä laaditaan näistä viranomaiselle lähetettävä turvallisuusportfolio (JARUS 2019).

Laadukkaan ja monialaisemman droonikoulutusten kehittämisessä Suomeen ei tarvitse kulkea yksin; korkeakouluyhteistyöllä tietoa ja koulutusmateriaaleja jakamalla saadaan koottua useiden eri sovellusalojen paras osaaminen yhteen ja verkostoiduttua uuden liiketoiminnan syntymistä varten (Kramar ym. 2021, 357). Kaikkien näiden elementtien mukaan ottaminen kuitenkin vaatisi koulutuksen laajuuden reilua kasvattamista tai erillisten jatkokoulutusten kehittämistä. Mutta sellaisenaankin on konseptimme mielestämme onnistunut tarkoituksessaan, eli antamaan osallistujille vankat perustaidot droonien ammattimaiselle soveltamiselle.

## **Lähteet**

Drone Strategy: Creating a large-scale European drone market. 2022. Euroopan komission liikenteen ja liikkumisen pääosasto. Luettu 6.1.2023. [https://transport.ec.europa.eu/news/drone-strategy-creating-large-scale-european-drone-market-2022-11-29\\_fi](https://transport.ec.europa.eu/news/drone-strategy-creating-large-scale-european-drone-market-2022-11-29_fi)

JARUS (Joint Authorities for Rulemaking of Unmanned Systems). 2019. JARUS guidelines on Specific Operations Risk Assessment (SORA) – Executive Summary. Luettu 4.1.2023. [http://jarus-rpas.org/sites/jarus-rpas.org/files/jar\\_doc\\_06\\_jjarus\\_sora\\_executive\\_summary.pdf](http://jarus-rpas.org/sites/jarus-rpas.org/files/jar_doc_06_jjarus_sora_executive_summary.pdf)

KEHA-keskus (ELY-keskusten sekä TE-toimistojen kehittämis- ja hallintokeskus). 2022. Työvoimakoulutus. Verkkosivu. Luettu 4.1.2023. <https://tyomarkkinatori.fi/palvelut/0f43cc47-de92-4f1e-b3a8-b3524b32cb92/tyovoimakoulutus>

Komission delegoitu asetus (EU) 2019/945 miehittämättömistä ilma-alusjärjestelmistä ja kolmansien maiden miehittämättömien ilma-alusjärjestelmien käyttäjäistä. Euroopan unionin virallinen lehti 11.6.2019. Luettu 4.1.2023. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX:32019R0945>

Komission täytäntöönpanoasetus (EU) 2019/947 säännöistä ja menetelmistä miehittämättömien ilma-alusten käytössä. Euroopan unionin virallinen lehti 11.6.2019. Luettu 4.1.2023. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX:32019R0947>

Komission täytäntöönpanoasetus (EU) 2020/746 täytäntöönpanoasetuksen (EU) 2019/947 muuttamisesta tiettyjen toimenpiteiden soveltamispäivien lykkäämiseksi Covid-19-pandemian yhteydessä. Euroopan unionin virallinen lehti 5.6.2020. Luettu 6.1.2023. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX:32020R0746>

Komission delegoitu asetus (EU) 2020/1058 delegoidun asetuksen (EU) 2019/945 muuttamisesta kahden uuden miehittämättömien ilma-alusjärjestelmien luokan käyttöön ottamiseksi. Euroopan unionin virallinen lehti 20.7.2020. Luettu 4.1.2023. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX:32020R1058>



Komission täytäntöönpanoasetus (EU) 2022/425 täytäntöönpanoasetuksen (EU) 2019/947 muuttamisesta siltä osin kuin on kyse tiettyjen miehittämättömien ilma-alusjärjestelmien käyttöä kategoriassa ”avoin” koskevan siirtymäkauden pidentämisestä sekä suorassa näköyhteydessä tai suoran näköyhteyden ulkopuolella harjoitettavaa toimintaa koskevien vakioskenaarioiden soveltamispäivän lykkäämisestä. Euroopan unionin virallinen lehti 15.3.2022. Luettu 4.1.2023. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=celex:32022R0425>

Kramar, V., Kanth, R., Toppinen, A., Rabah, M., Immonen, E., Koskela, M., Erkkilä, J., Westerlund, T., Tenhunen, H., Isoaho, J., Lybeck, T., Perttula, A., Tammi, K., Sjöholm, M., Arffman, V., Ruotsalainen, L., Tikanmäki, A. & Röning, J. (2021) Unmanned Aircraft Systems – Education Activities in Finland, UCNDrone Perspective. Teoksessa Balandin, S., Röning, J. & Shatalova, T. (toim.) Proceeding of the 30th Conference of Fruct Association. FRUCT Oy, s.353–358.

Palaute Drone ammattikäytössä -täydennyskoulutuksesta. 16.11.2022. TAMK. Julkaisematon.

TAMK Tree – Jatkuvan oppimisen palvelut. 2022. Dronen ammattikäyttö -täydennyskoulutus. Verkkosivu. Luettu 4.1.2023. <https://www.tuni.fi/fi/tule-opiskelemaan/dronen-ammattikaytto-taydennyskoulutus>

TE-palvelut. 2022. Dronen ammattikäyttö (nro 706744). Verkkosivu. Luettu 4.1.2023. <https://koulutukset.te-palvelut.fi/kt/706744?searchPhrase=706744&announced=0&sort=1>

Traficom. 2021. Omatoiminen käytännön koulutus. Verkkosivu. Luettu 6.1.2023. <https://www.droneinfo.fi/fi/koulutusmateriaali/omatoiminen-kaytannon-koulutus>