

Tämä on rinnakkaistallenne.
Rinnakkaistallenteen sivuasettelut ja typografiset yksityiskohdat
saattavat poiketa alkuperäisestä julkaisusta.

Julkaisun tekijä(t): Kangasoja, Jussi; Paajanen, Kimmo; Hinkula, Henry

Julkaisun nimi: Iso drooni kuljettaa satoja kiloja

Julkaisuvuosi: 2022

Versio: Kustantajan versio

Käytä viittauksessa alkuperäistä lähdettä:

Kangasoja, J., Paajanen, K. & Hinkula, H. (2022). Iso drooni kuljettaa satoja kiloja. *Ilmailu*, 85(4), 14-16.

Iso drooni kuljettaa satoja kiloja

Isolla droonilla tarkoitetaan yli kahdeksan metriä äärimitaltaan olevaa lentolaitetta, joka kykenee kantamaan kymmeniä tai jopa satoja kiloja kuormaa.

Ison droonin tyypilliset käyttökohteet ovat pääsääntöisesti logistiikan tai sotilaallisten tarpeiden alueilla. Voimanlähteinä dominoivat vielä fossiilisia polttonesteitä käyttävät ratkaisut. Suomessakin kehitetään teknologiaa, jolla on mahdollisuus ottaa markkinaosuuksia

Määritelmällä iso voidaan viitata droonin painoon, lentoonlähömasaan, hyötykuormaan, laitteen äärimittoihin tai vaikkapa sen törmäyksessä tuottamaan iskuenergiaan. EU:n 1.1.2021 voimaan tullut drone-asetus määrittelee avoimen kategorian luvasta vapaan toiminnan ylä-

rajaksi suurimman sallitun lentoonlähömassan (MTOW) mukaisesti 25 kiloa.

Euroopan lentoturvallisuusvirasto EASA on koonnut drone-asetukseen liittyvät vaatimukset nimestään Easy Access Rules for Unmanned Aircraft Systems huolimatta laajaksi ja vaikeaselkoiseksi julkaisuksi. Mikäli droonin MTOW siis ylittää tuon 25 kilon massan, voidaan sitä pitää lainsäädännöllisesti isona droonina.

Myös droonin ominaismitoilla on merkitystä. Moniroottorisen droonin lavasta lapaan mitatun halkaisijan tai kiinteäsiipisen droonin siipien kärkivälin ylittäessä kolme metriä tai

droonin törmäyksessä aiheuttaman iskuenergian ylittäessä 34 kJ siirrytään myös luvasta vapaan toiminnan rajan yli. Miehittämättömän ilmailun maariskiluokan (GRC) arvioinnissa (ks. taulukko 1) korkeimmassa riskiluokassa droonin äärimitta ylittää kahdeksan metriä ja kineettinen iskuenergia 1084 kJ, jota voidaan pitää lainsäädäntöön ja asetuksiin perustuva ison droonin määritelmänä.

Yhdysvaltojen puolustusministeriön julkaisu Eyes of the Army vuodelta 2010 luokittelee droonit taulukon 2 mukaisesti. Kokoluokittelussa vaikuttavia tekijöitä ovat maksimilentoonlähöpaino, normaali toimintakor-

VoloDrone lentää rahtikontin kanssa.



keus sekä ilmanopeus. Mikäli drooni ylittää kategorian edes yhden ominaisuuden osalta, se luokitellaan seuraavalle tasolle.

Yleisesti isoilla, erityisesti kiinteäsiipisillä drooneilla on pieniä drooneja pidempi toiminta-aika ja/tai toimintasäde. Akkuja tai polttoainetta mahtuu enemmän jolloin, teho-painosuhte kasvaa. Sweetspot, eli käytön kannalta tavoiteltava suhde lentolaitteen koon ja hyötykuorman välillä täytyy aina etsiä. Siihen vaikuttavia kertoimia ovat kustannustehokkuus, operaation kesto, luvituksen vaikeus ja niin edelleen.

Hyötykuorman kokoa luokitellaan

Hyötykuorman kokoa voidaan ainakin yrittää luokitella. Suuruus on suhteellista, mutta isosta hyötykuormasta voidaan miehittämättömän ilmailun kontekstissa puhua suhteellisen kiistattomasti kymmenissä ja sadoissa kiloissa siinä, missä pienten ja keskisuurten droonien hyötykuormat ovat joistain kymmenistä grammaista enintään mutamiin kiloihin.

Isoilla esimerkiksi tavarankuljetukseen tarkoitetuilla drooneilla hyötykuorma, kuten aiemmin artikkelissa mainitulla VoloDronella, on 200 kiloa. Sotilaskäytössä hyötykuormat ovat seuraavalla dekadilla. Yhdysvaltalaisen Northrop-Grummanin valmistama GlobalHawk RQ-4B-variantti Block 20/30 voi kantaa hyötykuormaa 1360 kiloa. Kuorman kokoa voitaisiin kasvattaa huomattavasti karsimalla liki 23000 kilometrin kantamasta tai 18,3 kilometrin lakikorkeudesta, nimittäin polttoainetta sopii tankkeihin liki 6500 kilon edestä.

Toimintaetäisyys on usean tekijän summa, jossa lentonopeus ja MTOW vaikuttavat. Lentolaitteille on laskettu yleensä keskimääräisellä operointinopeudella MTOWin mukaan jokin kantama.

Toimintaetäisyyttä voidaan myös tarkastella lainsäädännön näkökulmasta. Avoimessa kategoriassa tulee aina lentää suoran näköyhteyden (VLOS) päässä ja hyvissä olosuhteissa lentolaite voi olla näkyvillä useamman kilometrin päästä. Vastaavasti luvanvaraisessa toiminnassa voidaan lentää suoran näköyhteyden ulkopuolella BVLOS tai avustetun suoran näköyhteyden EVLOS turvin. Pitkät toimintaetäisyydet on syytä kuitenkin mieltää siten, että niillä tarkoitetaan vähintään useamman kymmenen kilometrin tai satojen kilometrien kantamia.

Taulukko 1: Maariskiluokan määrittelyssä käytettäviä raja-arvoja

UAS-kokoluokka, äärimitat	1 m	3 m	8 m	> 8 m
Tyypillinen kineettinen energia	< 700 J	< 34 kJ	< 1084 kJ	> 1084 kJ

Drone hyödyksi erikoiskuljetuksissa

Drooneilla on koko joukko erilaisia käyttötarkoituksia. Koon kasvaessa operointimatka eli range sekä kuljetuskapasiteetti yleensä kasvavat. Keskeinen tarve korkeammalle kuljetuskapasiteetille ja pidemmälle toiminta-alueelle on tavara- ja henkilökuljetuksissa. Tällä hetkellä pitsalaatikon tai ruokakassin kuljettaminen ei ole taloudellisten intressien kautta kovin perusteltua.

Kaupallinen kannattavuus ei yksinomaan katso tuotteen painoa vaan myös sen hintaa. Voidaan yleisellä tasolla sanoa, että pitsalaatikon kuljettaminen ei ole millään mittapuulla kannattavaa, mutta vastaavasti samanpainoisen erikoisosan tai vaikkapa lääkeannoksen kuljettaminen kohteeseen, erityisesti vaikeakulkuiseen maastoon, voisi olla hyvinkin kannattavaa verrattuna perinteiseen tapaan.

VoloDrone on saksalaisen Volocopterin rahdinkuljetukseen tarkoitettu täyssähköinen drooni, joka kykenee kuljettamaan noin 200 kilon hyöty-

kuorman noin 40 kilometrin päähän. Droonin äärimitta on 9,15 metriä ja maksimilentoalähtöpaino 600 kiloa.

Hyötykuormaa ei lähtökohtaisesti vain ”pudoteta” maahan vaan drooni joko laskeutuu kuorman purun ajaksi tai kuorma vinsataan; poikkeuksen tähän tekee droonin sotilaallinen käyttö. Hyötykuormana voi olla myös nesteitä. Vaarallisten aineiden kuljettaminen tapahtuu sertifioitu-alakategoriassa, jonka luvitus on artikkelin kirjoitushetkellä mahdollista aikaisintaan 1.1.2023.

Sotilaskäyttö kasvaa

Sotilaskäyttö on luonnollisesti yksi merkittävä ja vahvasti kasvava alue isoille drooneille. Viimeistään Ukrainan sodan alettua helmikuussa 2022 on selvää, että nykyaikaisissa sodankäynnissä droonit toimivat erilaisissa tiedustelutehtävissä ja niitä käytetään myös suoraan sotilaalliseen vaikuttamiseen.

Turkkilaisen Baykar Technin Bayraktar TB-2 on sodan alkamisen

**Bayraktar TB-2
ilmassa.**

BAYKARTECH



Taulukko 2: Droonien luokittelu Yhdysvaltain puolustusministeriön mukaan

Kategoria	Koko	Maksimi lentoalähtöpaino (paunaa)	Normaali lento- korkeus (jalkaa)	Ilmanopeus (solmua)
Ryhmä 1	Pieni	0-20	<1,200 AGL*	<100
Ryhmä 2	Keskisuuri	21-55	<3,500	<250
Ryhmä 3	Suuri	<1320	<18,000 MSL**	<250
Ryhmä 4	Suurempi	>1320	<18,000 MSL**	Ei rajoitettu
Ryhmä 5	Suurin	>1320	>18,000	Ei rajoitettu

*AGL = Maanpinnan yläpuolella (Above Ground Level)
 **MSL = Keskimääräisen merenpinnan yläpuolella (Mean Sea Level)



Walkera QL-1600 Hybrid.

seurauksena ollut globaalin median kiinnostuksen kohteena. Droonin siipien kärkiväli on 12 metriä ja se kykenee kantamaan 150 kilon hyötykuormaa jopa 27 tunnin ajan maksimis- saan 25 000 jalan korkeudessa lento- nopeudella 70 kn/h.

Hyötykuormien lastaus ja tasapainotus

Droonien, aivan kuten miehitettyjenkin ilma-alusten lentoon vaikuttavat fysiikan lait. Hyötykuormaa lastates- sa tulee huomioida momenttipiste ja -alue, jossa operointi on sallittua sekä painopiste.

Balansoinnissa on syytä huomioida ero sähkö- ja polttomoottorikäyttöisissä drooneissa, koska polttomoottorikäyttöisissä polttoaineen kulutuksen myötä paino laskee ja painopiste voi muuttua ja edellyttää trimmausta. Useissa kaupallisissa drooneissa lastaukseen ja tasapainotukseen liittyvät asiat on yleensä tehty yksinkertaisiksi. Esimerkiksi Arctic Drone Labsin tutkimuskäytössä olevassa Walkeran QL-1600 -hybrididroonissa hyötykuorman vinssi on painopisteen kohdalla. Vastaavasti polttonestesäiliö on sijoitettu siten, että lennon myötä polttoaineen vähenevä määrä ei edel-

lytä käyttäjältä toimenpiteitä. Usein trimmaus hoidetaan moottorien ohjauksilla ohjelmallisesti.

Energiamuoto valitaan toiminnan mukaan

Voimanlähteet painottuvat poltto- nestekäyttöisiin otto-, ohivirtaus- ja potkuriturbiinimoottoreihin.

Vaikka eri energiamuotojen välisessä vertailussa akkusähköön kokonaishyötysuhde on fossiilisia polttonesteitä huomattavasti parempi, esimerkiksi kerosiinilla on jopa 20 kertaa suurempi energiatiheys kuin nykyisillä akuilla. Energiamuoto valitaan kuitenkin käyttökohteen kautta määriteltyjen toiminnallisten vaatimusten mukaisesti. Jos painotetaan pitkää toiminta-aikaa ja kantamaa, suurta hyötykuormaa sekä jokseenkin korkeaa matkanopeutta, vaihtoehtoja ei juuri fossiilille ole. Jos voidaan karsia kustannuksesta, niin ilmalaivoilla voidaan tulevaisuudessa tarjota kustannustehokkaita ja ympäristöystävällisiä vaihtoehtoja.

Joensuulainen Kelluu Oy kehittää suhteellisen pienikokoista, itseohjautuvaa, vetyteknologiaan pohjaavaa ilmalaivakonseptia Pohjois-Euroopan ainoassa ilmalaivatehtaassa. Koska il-

malaivan säiliö tai säiliöt ovat täytetty ilmaa kevyemmällä, nostetta tuottavalla kaasulla, se tarvitsee vain noin sadasosan helikopterin käyttämästä energiasta ja mahdollistaa äärimmäisen pitkät lentoajat ympäristöystävällisesti.

Joissakin drooneissa hyödynnetään hybriditeknologiaa, jossa polttomoottori pyörittää generaattoria. Sen tuottamaa sähköä ohjataan droonin sähkömoottoreille ja sillä ladataan myös akkuja. Akku tarvitaan rinnalle koska generaattorin tuottama sähkö ei riitä piikkikuorman esimerkiksi droonin noustessa täydellä teholla. Vastaavasti akkua voidaan hyödyntää moottoreiden virransaannissa, mikäli polttomoottoriin tai generaattoriin tulisi toimintahäiriö ja drooni voidaan ottaa turvallisesti laskuun.

Artikkelin kirjottajat työskentelevät Oulun ammattikorkeakoulun miehitettömän ilmailun tutkimusyksikkö Arctic Drone Labsissa Suomen Akatemian osarahoittamassa Finnish UAV-ekosysteemi (FUAVE)-hankkeessa (SA 337825), joka tukee tulevaisuuden miehitettömään ilmailuun ja sen sovelluksiin liittyvän suomalaisen tietopohjan ja liiketoiminnan kehittämistä. Lisätieto: www.arcticdronelabs.com

Kelluun ilmalaiva on lyhyellä varikopysähdyksellä toukokuussa 2022.

KELLUU OY

