

# Drooniliiketoiminnan aikakausi alkaa

Näin yritykset nousevat uudelle tasolle



beyond the obvious

# Sisältö

**Yhteenveto**

**3**

**Johdanto**

**4**

**Droonialan  
liiketoimintamahdollisuudet**

**5**

Droonitoiminnan monet ulottuvuudet \_\_\_\_\_ 5

Kohti kaupallisesti kannattavaa  
mittakaavaa \_\_\_\_\_ 7

Droonitoiminnan maapalvelut  
ja kuljetustekniikka \_\_\_\_\_ 8

**Miten mukaan  
drooniliiketoimintaan?**

**9**

Liiketoimintamallit ja markkinavalmiudet \_\_\_\_\_ 9

Kustannukset \_\_\_\_\_ 10

Turvallisuusvaatimukset \_\_\_\_\_ 10

**Yhteiskunta ja  
drooniliiketoiminta**

**11**

Suomesta globaalisti merkittävä  
kaupallisen droonitoiminnan keskittymä \_\_\_\_\_ 11

Yhteiskunnallinen hyöty \_\_\_\_\_ 12

Julkisen sektorin yhteistyö ja  
turvallisuusriskien hallinta \_\_\_\_\_ 12

Yhteiskunnallinen hyväksyttävyyys  
ja sääntely \_\_\_\_\_ 13



**Miten VTT palvelee yrityksiä  
drooniliiketoiminnassa**

**14**

Kehityskaaren kattava teknologinen  
ja kaupallinen tuki \_\_\_\_\_ 14

VTT:n droonitoiminnan organisaatio  
ja testialue \_\_\_\_\_ 15

**Johtopäätökset**

**16**

Ota haltuun droonialan sanasto \_\_\_\_\_ 16

# 1. Yhteenveto

Drooniliiketoiminta on siirtymässä kehitysvaiheesta kaupalliseen mittakaavaan ja luomassa merkittävää arvoa niin yrityksille, julkiselle sektorille, kuluttajille kuin koko yhteiskunnalle. Tämä dokumentti toimii oppaana yrityksille ja päätöksentekijöille, jotka haluavat tutustua drooniteknologian potentiaaliin ja sen vaikutuksiin.

Kehittyvä drooniliiketoiminta edustaa robotisoitujen kuljetuspalveluiden seuraavaa askelta, mutta droonit pystyvät merkittävästi logistiikkaa laajempiin palveluihin. Monipuoliset sovellusalueet ulottuvat esimerkiksi teollisuuteen, terveydenhuoltoon, valvonta- ja hätätilanpalveluihin sekä ympäristön seurantaan ja kartoituksiin. Droonipohjaisen liiketoiminnan mahdollisuuksia löytyy niin kaupungeissa kuin maaseudulla.

Toiminnan laajamittainen kannattavuus edellyttää suuria ja skaalautuvia toimijoita, joilla on kehityksen edetessä käytössään tuhansia drooneja. Muodostuvassa alan arvoverkossa droonioperaattorit voivat tarjota monipuolisesti varusteltua kalustoa palveluna sekä erityyppisille yrityksille että julkisen sektorin organisaatioille, joiden kanssa operaattorit voivat solmia pitkäaikaisia palvelusopimuksia.

Droonitoiminta tarvitsee ympärilleen myös digitaalisia droonipalveluiden markkinapaikkoja. Ala tarjoaa mahdollisuuksia esimerkiksi ohjelmistoyrityksille, data-analytiikan palveluille, pakkausratkaisujen toimittajille ja kierrätyspalveluille.

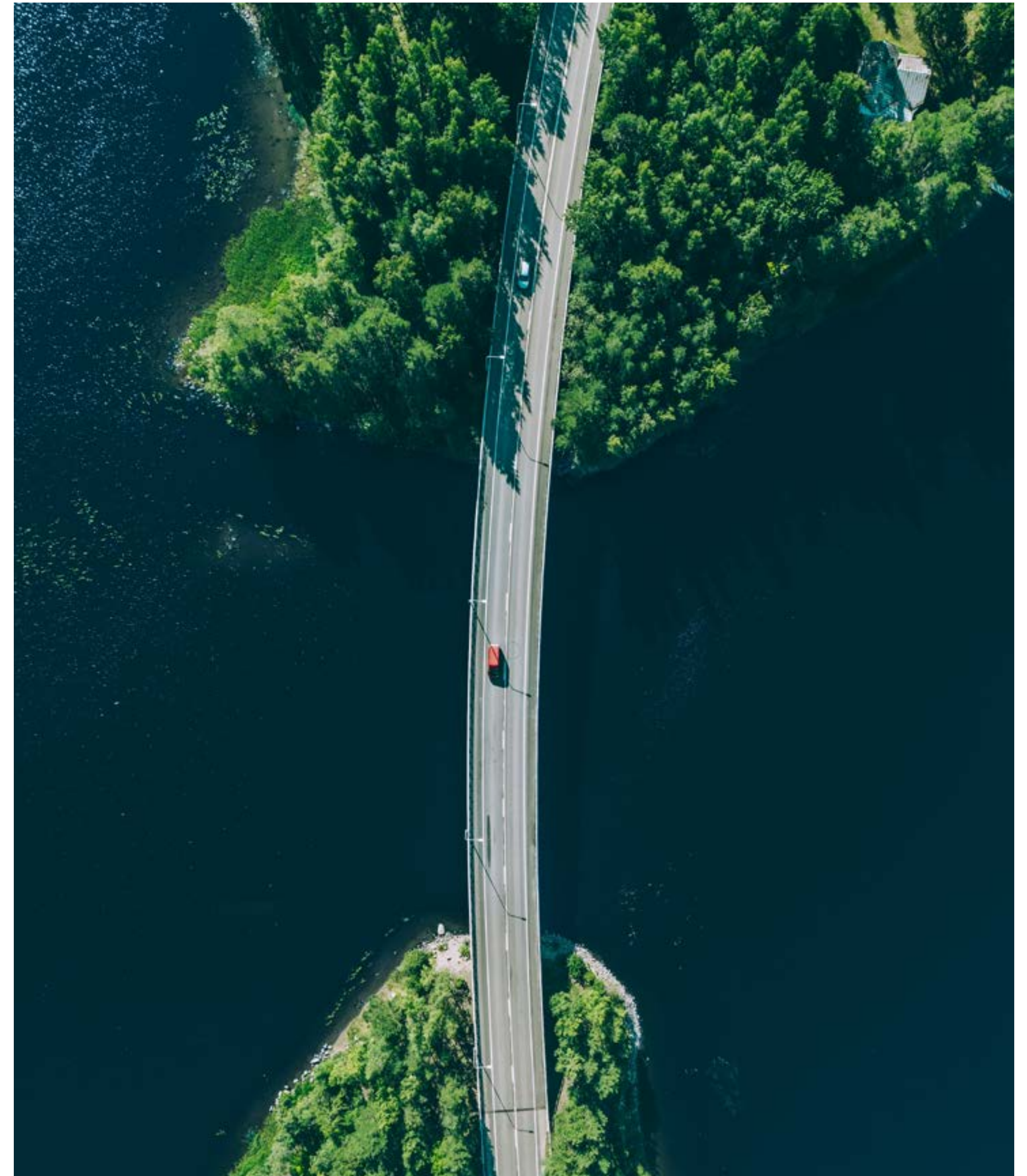
Yritykset voivat lähteä drooniliiketoimintaan hyödyntämällä olemassa olevaa osaamistaan. Tärkeintä on tunnistaa asiakastarpeet sekä ymmärtää turvallisuus- ja sääntelyvaatimukset. Kumppanuudet teknologian kehittämisessä ja

pilotointihankkeet ovat olennaisia liiketoimintamallien hiomiseksi ja kaupallisen vakauden saavuttamiseksi.

Droonit tuovat yhteiskunnalle hyötyjä vähentämällä liikennepäästöjä, suorittamalla lukuisia palveluja tehokkaammin, nopeammin ja tarkemmin sekä luomalla uusia, korkean osaamisen työpaikkoja. Läpinäkyvä viestintä ja näkyvät positiiviset vaikutukset rakentavat luottamusta drooniteknologiaan. Julkisen sektorin kanssa tehtävä yhteistyö nopeuttaa käyttöönottoa ja varmistaa turvallisuuden ja sääntelyn noudattamisen.

Maailmanluokan syväteknologinen osaaminen, vahva teollinen tuotantokyky ja kehittynyt digitaalinen infrastruktuuri antavat Suomelle erinomaiset valmiudet luoda globaalisti merkittävä laajamittaisen, kaupallisen droonitoiminnan keskittymä.

VTT tarjoaa yrityksille kattavaa palvelua drooniliiketoiminnan kehittämiseksi alkaen teknologiakartoituksesta liiketoiminnan validointiin ja kannattavuusarviointeihin. VTT:n monipuolinen drooniteknologian asiantuntemus sekä droonitoiminnan organisaatio ja testialue antavat yrityksille tarvittavat työkalut ja tiedot menestykseen. VTT:n riippumaton osaaminen auttaa yrityksiä varmistamaan skaalautuvat, markkinakelpoiset ja vaatimustenmukaiset ratkaisut.





## 2. Johdanto

Miljoonat suomalaiset ovat nopeasti tottuneet katu-kuvassa liikkuviin ruokakauppojen robottikuljetuksiin. Seuraavaksi edessä siintävät taivaalla lentävät robotit eli dronit, jotka kykenevät kuljettamaan erilaisia kuormia eri tarpeisiin sekä samalla havainnoimaan ympäristöään tuottaakseen monenlaista arvoa ja turvallisuutta sekä yrityksille että kuluttajille.

Ruuhkaton alailmatila avaa dronipohjaisten palveluiden markkinat ja merkittäviä mahdollisuuksia yrityksille niin kaupungeissa kuin maaseudulla. Laajamittainen droniliiketoiminnan läpimurto lähestyy nopeasti. Tilaa löytyy lukuisille yrityksille, jotka voivat tuottaa ja kehittää uusia, innovatiivisia palveluita sekä operoida tai valmistaa drooneja ja tarvittavaa maainfrastruktuuria. Suomen markkinoille kehitettävälle ratkaisuille löytyy kasvavia kansainvälisiä markkinoita erityisesti Suomen kaltaisissa harvaan asutuissa maissa, joita löytyy niin Euroopasta kuin ympäri maailmaa.

### **Haluaako oma yrityksesi kuulua vuonna 2030 Suomessa johtaviin dronialan toimijoihin?**

Aika omien mahdollisuuksien kartoittamiseen on nyt. Droniala kehittyy nopeasti, ja markkinoilla pärjäävät toimijat, jotka tarttuvat uusiin ratkaisuihin varhaisessa vaiheessa.

Tällä hetkellä dronit näyttäytyvät julkisuudessa laajalti puolustussektorin ilmiönä. Alun perin kaupalliseen käyttöön tarkoitettut laitteet osoittautuivat hyödyllisiksi myös puolustuskäytössä. Tekninen kehitys on saanut viime aikoina vauhtia kasvaneiden investointien ansiosta. Nyt on odotettavissa, että puolustuslalla kehitettävät teknologiat siirtyvät vuorostaan osaksi kaupallista toimintaa ja julkisia palveluita.

Suomella on poikkeuksellisen vahva mahdollisuus nousta Euroopan johtavaksi tulevaisuuden ilmailun maaksi. Tämä VTT:n katsaus esittää suomalaisille yrityksille, miten ja miksi omaa roolia droniliiketoiminnassa kannattaa etsiä. Katsaus kertoo erityisesti suomalaisen droniliiketoiminnan mahdollisuuksista, haasteista ja toimenpiteistä, joita teollisen mittakaavan ekosysteemin rakentaminen ja globaalisti kilpailukykyiset innovaatiot edellyttävät.

VTT:n dronitutkimus ja -kehitys, joka nojautuu VTT:n asiantuntemukseen, kehitys- ja testausinfrastruktuuriin sekä immateriaalioikeuksien IP-portfolioon, on Euroopan kärkeä. VTT voi tukea monenlaisten yritysten matkaa kohti uusia liiketoimintamahdollisuuksia ja verkottaa yrityksiä toistensa kanssa yhteishankkeissa.

# 3. Droonialan liiketoimintamahdollisuudet

## Droonitoiminnan monet ulottuvuudet

Nopeuden ja luotettavuuden vaatimukset kasvavat sekä yritys- että kuluttajapalveluissa. Teolliset asiakkaat tarvitsevat ilmakuvaa ja -analytiikkaa sekä komponenttien, työkalujen ja näyttöiden tehokkaita toimituksia. Kansalaiset odottavat tavaroiden ja palvelujen nopeaa saatavuutta sekä reaaliaikaista tilannetietoa. Moderni drooniliiketoiminta mahdollistaa molemmat – ja paljon enemmän.

Suurimmat **droonioperaattorit** voivat tulevaisuudessa operoida satojen droonien laivueita, jotka kuljettavat tilauksia kuluttajille ja yrityksille, mutta myös laboratorioden näytteitä ja instrumentteja. Lisäksi droonit voivat monitoimilaitteina tarkistaa voimalinjoja tai liikenneväyliä liikkeessään niiden läheisyydessä kuljetustehtävissä. Tämänkaltaisilla droonioperaattoreilla on aina useita drooneja toimintavalmiudessa lyhyen lentomatkan päässä asiakasta.

Droonialan liiketoimintaan kuuluu myös itse kaupallisten droonien ja niiden osien, kuten moottorien, elektroniikan ja anturien kehitystyö ja valmistaminen. Ala tarjoaa myös paljon mahdollisuuksia ohjelmistoyrityksille ja data-analytiikan palveluille. Kaupallisessa toiminnassa tarvitaan lisäksi esimerkiksi kylmäketjujen tekniikan toimittajia, ja uusia mahdollisuuksia voi syntyä myös kierrätyksen ja paluulogistiikan hoitamisessa droonien avulla.

Droonien rinnalle tarvitaan **infrastruktuuripalveluita** ja digitaalisia **droonipalveluiden markkinapaikkoja**. Eri käyttäjäryhmät voivat varata markkinapaikoilta palveluaikaa ja kalustoa eri hintaluokissa ja eri palvelutasoilla.

Droonilogistiikka on saavuttanut julkisuutta Kiinassa ja Yhdysvalloissa. Siellä toimivat operaatiot eivät kuitenkaan sovellu Euroopan ja Suomen markkinoille erilaisen asukastiheyden ja kaupunkirakenteen takia. Varsinkin Suomen olosuhteissa volyyymi massamarkkinoiden matalan katteen toimituksille jää riittämättömäksi, joten droonilogistiikkaan täytyy lähtökohtaisesti yhdistää muitakin palveluita.

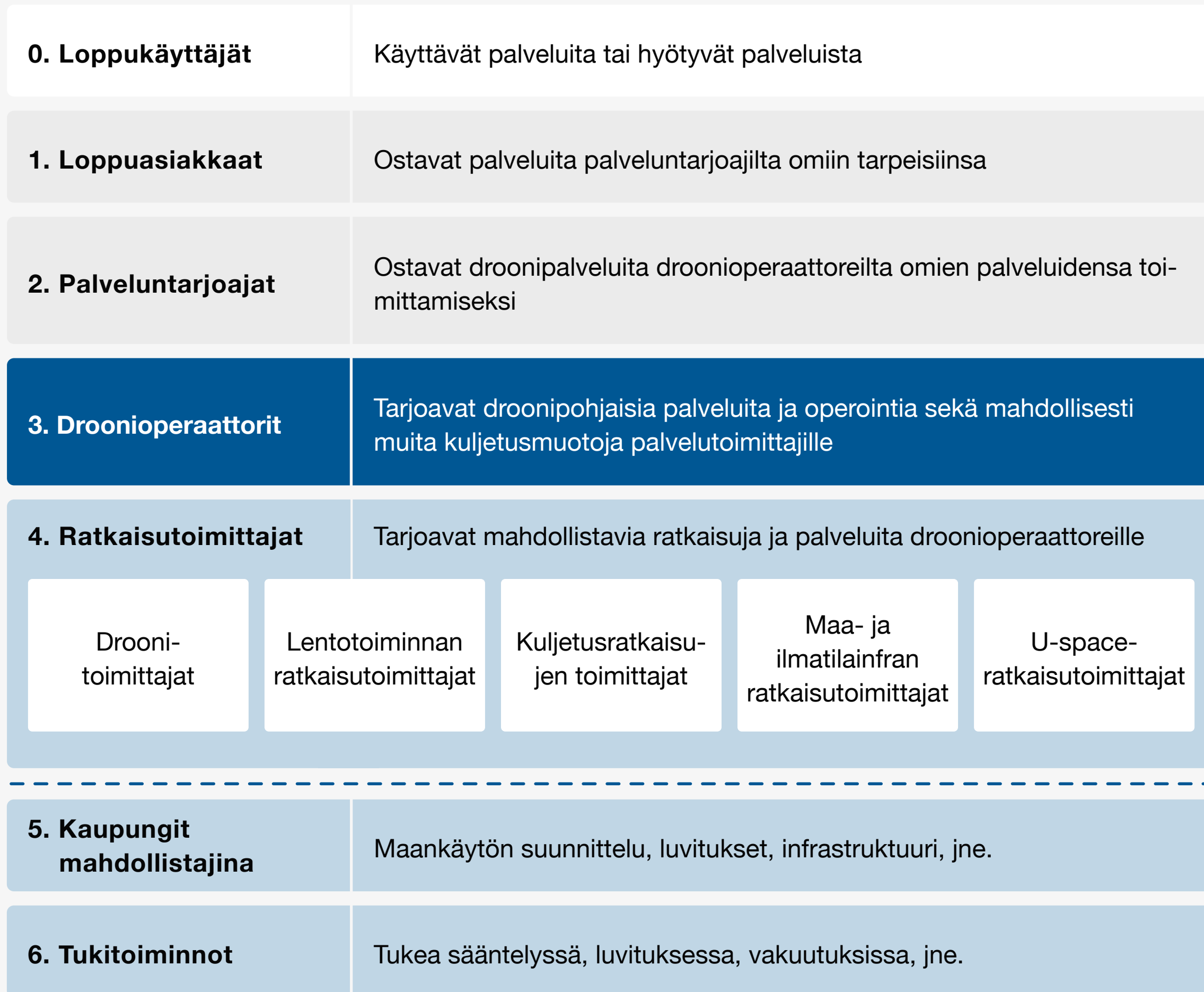
**Kaupalliset isossa mittakaavassa luotettavasti tuotetut droonipalvelut** voisivat tehdä yhteistyötä viranomaisten kanssa. Jos jossakin tapahtuu onnettomuus, syttyy tulipalo, joku uppoaa heikoilla jäillä tai syntyy muu akuutti hätätilanne, lähin vapaana oleva drooni voi lentää paikalle jopa automaattisesti. Normaalisti kaupallista palvelua tekevä drooni voi välittää paikan päältä tilannekuvaa kameroiden ja anturien avulla, kunnes ensimmäiset viranomaiset ehtivät paikalle. Viranomaiset voivat myös saada droonin etähallintaansa edellyttäen, että etukäteen on luotu vaadittavat tekniset ratkaisut ja kaupallinen yhteistyömalli. Tämä edellyttää nimenomaan pientä määrää suuria droonioperaattoreita nykyisen fragmentoituneen droonioperaattorien kentän sijasta.



### Esimerkkialoja

- **Teollisuus:** jatkuva materiaalivirta, aikakriittiset ad hoc -varaosatoimitukset
- **Terveystieteet:** näytteet, maaseudun kotikuljetukset
- **Massamarkkinoiden pakettitoimitukset:** pakettien toimitus kuluttajille ja paluumatkan kierrätyspalvelut
- **Valvontapalvelut:** kaupunkialueen digitaalinen, työmaiden ja infrastruktuurin (tiet, sillat, radat, tuulivoimalat, tietoliikenneverkot, energiaverkot) valvonta, turvallisuuspalvelut, metsäpalot, tulvat ja tulevaisuudessa huonosti ennustettavat luonnonilmiöt
- **Hätätilannepalvelut:** nopea ensivaste, liikenteen valvonta, meripelastus
- **Tutkimukset ja kartoitukset:** maa- ja metsätalouden kartoitukset ja seuranta, maankäytön suunnittelu, tieteellinen ympäristötietoa vaativa tutkimus

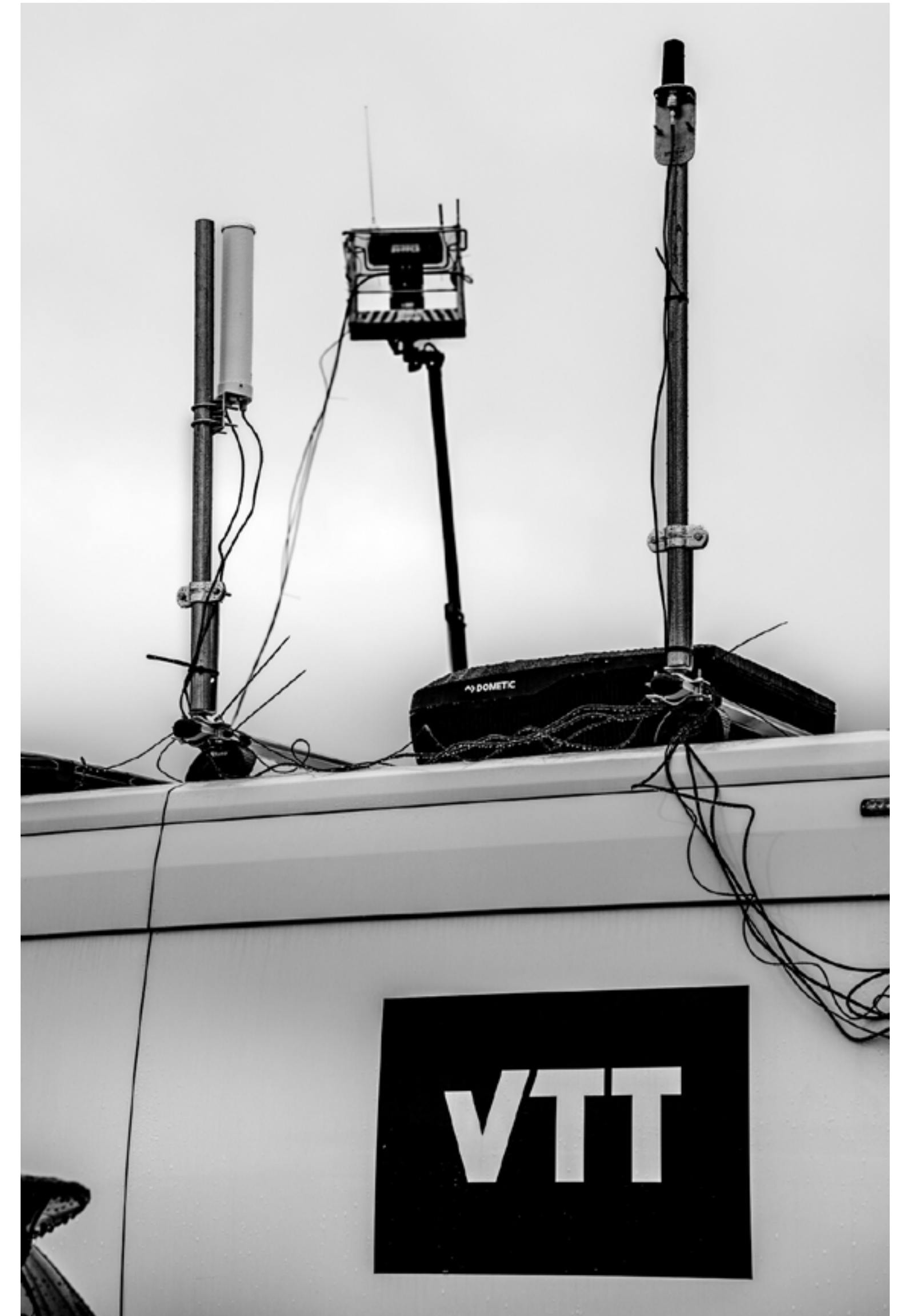
## Drooniliiketoiminnan tulevaisuuden arvoverkko



**Palvelutoimittajat** hyödyntävät drooneja monin eri tavoin palvellakseen omia loppuasiakkaitaan nopeammin ja pienemmillä investoinneilla ja riskeillä.

**Droonioperaattorit** sekä hallinnoivat että vastaavat oman droonikalustonsa käytöstä erilaisten **ratkaisutoimittajien** avulla (droonit, infra, IT, U-space, jne.).

**Yksityisen ja julkisen sektorin toimijat** (kaupungit, sääntelijät, konsultit, tutkimuslaitokset, yms.) mahdollistavat droonipalvelut omalta osaltaan.



## Kohti kaupallisesti kannattavaa mittakaavaa

Kansallista kattavuutta, arvoltaan merkittävää ja kaupallisesti kannattavaa liiketoimintaa sekä toimialan laajamittaista kasvua varten markkinoille täytyy syntyä suuria droonioperaattoreita (vrt. nykyiset teleoperaattorit). Sitä edellyttää myös lentoturvallisuus: alan pirstoutuminen satoihin pieniin yrityksiin ei tue vaadittavan turvallisuuskulttuurin kehittymistä.

Tulevaisuuden Suomessa voisi olla maksimissaan kymmenkunta isoa droonioperaattoria, joiden toiminta skaalautuu kansalliselle tasolle ja pystyy hyödyntämään mittakaavaedut. Niiden toiminta perustuu ammattimaiseen, pitkälle automatisoituun operointiin sekä suureen liikennevolyymiin ja kaluston jatkuvaan käyttöön. Pienimuotoiset yksittäisten pilottien yritykset jäävät palvelemaan rajattuja käyttötapauksia ja nojautuvat suurempien toimijoiden ekosysteemiin.

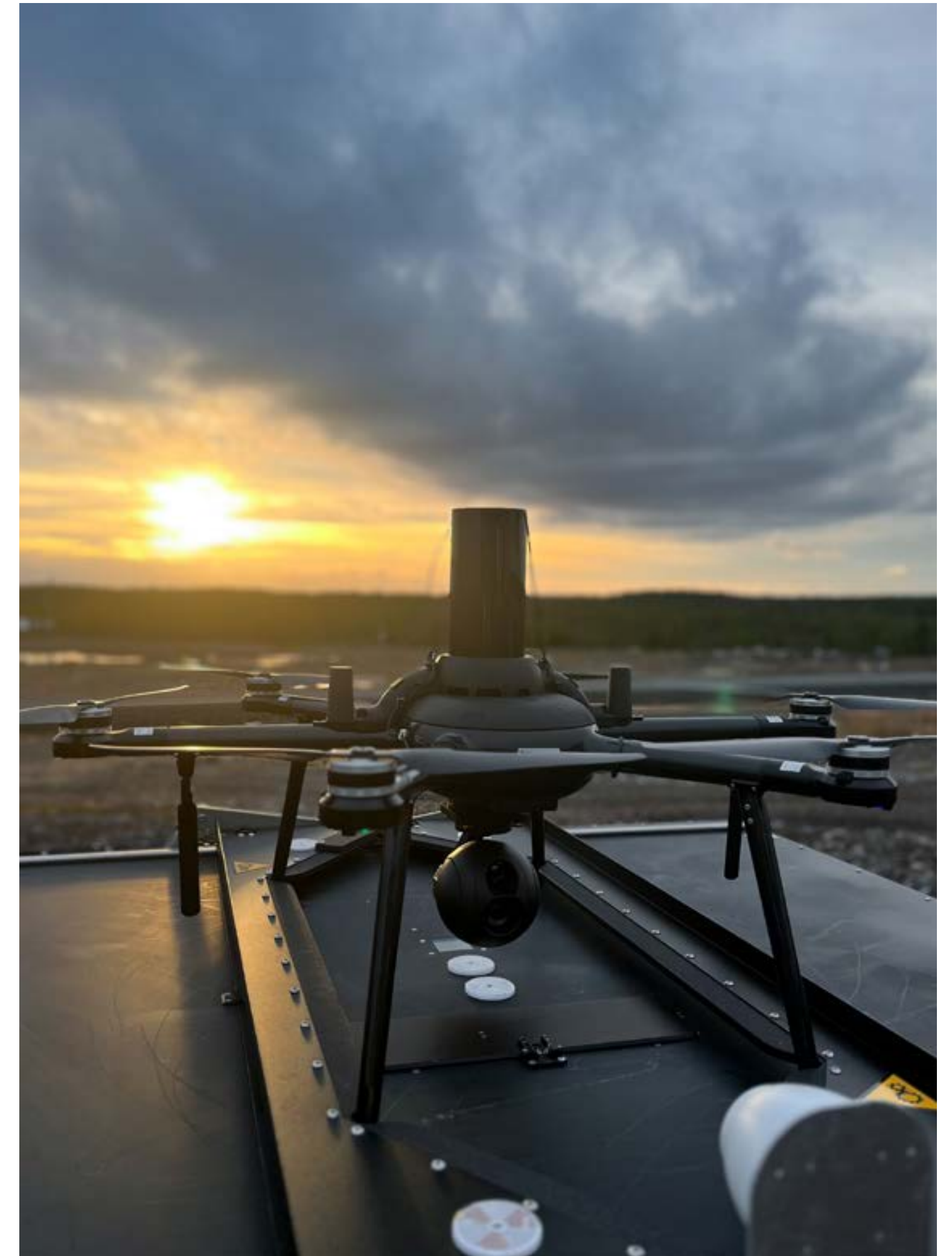
**Korkean automaatioasteen toiminta** on avain laajamittaisen drooniliiketoiminnan kannattavuuteen. Droonioperaattorien täytyy käytännössä olla etäoperaattoreita, joiden rooli kehittyy yksittäisten lentojen ohjauksesta kymmenien tai satojen droonien valvontaan ennakoivan huollon ja automatisoitujen maaoperaatioiden tukemana. Erityisesti pienten lähetysten logistiikassa kustannustehokkuus paranee suhteessa maantiekuljetuksiin.

Markkinoilla johtoasemaan voivat nousta nykyisen logistiikan toimialan ulkopuolelta tulevat toimijat, joilla on vakiintuneet toimintaprosessit ja vahvat brändit. Esimerkiksi johtavat **vähittäiskaupan** yritykset voivat integroida droonit osaksi autonomisoituja toimitusketjujaan. Sen sijaan, että lähetys kulkisi laajan kaupunkialueen halki hitaana ihmis- tai robottikuljetuksena, drooni voisi toimittaa sen nopeasti asiakasta lähimpänä sijaitsevaan maalogistiikan pisteeseen. Lyhyt loppumatka perille kulkisi robottikuljetuksella katuja pitkin.

Toiminta käynnistyy todennäköisesti konsolidoidulla julkisen sektorin kysynnällä – kaikki droonipalveluja käyttävät toiminnat terveydenhuollosta infrastruktuuripalveluihin yhdellä palvelusopimuksella ison droonioperaattorin kanssa. Hyväksyttävyyden kasvaessa toiminta laajentuu maan kattavaksi ja ylittää valtiorajat teleoperaattorien ja lähetti- palveluiden kehityksen tavoin. Myös paikallisesti aloittavat operaattorit voivat yhdistyä kansallisen tason koordinoituksi palveluntarjoajiksi samalla tavalla kuin laajakaistaliittymien alueelliset palveluntarjoajat 2000-luvun alussa. Isot droonioperaattorit voivat syntyä myös organisaation yrityksistä, jotka kykenevät tekemään suuria kalustoinvestointeja ja ylläpitämään niitä korkealla turvallisuuskulttuurilla.

### Laajamittainen droonioperointi mahdollistaa:

- pääomakustannusten optimoinnin kaluston volyymihankinnoilla ja standardoiduilla järjestelmillä
- käyttökustannusten madaltamisen keskitetyn valvonnan, automaation, huollon ja näihin liittyvien alihankintasopimuskenteiden avulla
- tehokkaat, pitkälle automatisoidut, keskitetysti hallitut ja etäohjatut toiminnot
- korkean käyttöasteen, kun samalla monikäyttöisellä kalustolla voidaan palvella useita yksityisen ja julkisen sektorin asiakas-segmenttejä
- monipuoliset tulovirrat logistiikasta ja lentämiseen perustuvista palveluista, kuten datan keruusta.





## Droonitoiminnan maapalvelut ja kuljetustekniikka

Drooniliiketoiminta vaatii myös maapalveluita, joiden täytyy skaalautua ilmassa toimivien järjestelmien tahdissa. Yritykset tarvitsevat perinteistä ilmailua muistuttavan ekosysteemin toiminnan pyörittämiseen. Ekosysteemin täytyy varmistaa myös sujuva monen eri kuljetusmuodon logistiikka ja saumaton yhteentoimivuus droonien ja autonomisten maassa liikkuvien kuljetuslaitteiden kesken.

Droonit tarvitsevat eri kokoisia tukikohta-alueita huoltotiloineen, nousu- ja laskeutumipaikkoja sekä latauspalveluita.

Esimerkiksi **kiinteistö- ja huoltoyritykset** voivat tarjota maapalveluita ja muodostaa osan paikallista palvelutaloutta drooniliiketoiminnassa. Kerrostalojen kattojen jaetut nousu- ja laskeutumipaikat ja langattomat latauspisteet tarjoaisivat infrastruktuuria sinne, missä on kysyntää. Rakennusten omistajat ja vaikkapa niillä jo toimivat matkapuhelinverkon tukiasemat voivat toimia palveluntarjoajina samalla kun digitaaliset alustat hallinnoivat latauspalveluita.

Ala tarvitsee myös uudenlaista, maalogistiikan kanssa integroitavaa **kuljetusten käsittelytekniikkaa** ja pakkauksia. Toistaiseksi droonipuolelta puuttuvat vielä perinteistä ilmailua vastaavat standardoidut kuljetusratkaisut, kuten lentokontit (ULD). VTT ja suomalaiset yritykset ovat kuitenkin jo kehittämässä uusia, erityisesti kevyitä ja kierrätettäviä logistiikan rahtiratkaisuja, jotka ovat sovellettavissa myös drooneihin. Lisäksi kehitteillä on kylmäketjuratkaisuja, turvallista kuormien käsittelyä sekä robottipohjaista lastausta ja purkua.

## 4. Miten mukaan drooniliiketoimintaan?

Yksittäinen yritys voi edetä drooneja hyödyntävässä liiketoiminnassa vaiheittain konseptoinnista kohti kaupallista operointia, vaikka se ei entuudestaan toimisi lainkaan esimerkiksi logistiikan alalla. Yritys voi pohtia, kuinka se pystyisi yhdistämään oman erikoisosaamisen drooneihin esimerkiksi tarkastus-, kartoitus-, vartiointi-, terveys- tai huolto-palveluissa.

Ensivaiheessa keskeistä on tunnistaa, mikä on todellinen **asiakasongelma**, johon droonit tuovat mitattavaa lisäarvoa esimerkiksi nopeuden, kustannusten, tiedonkeruun tai turvallisuuden avulla. Liiketoimintaidean konseptointiin ja validointiin kuuluvassa **markkina-analyysissä** määritellään kaupallinen potentiaali sekä arvioidaan hinnoittelumallia ja tarkastellaan kilpailutilannetta.

Varhaisessa vaiheessa täytyy perehtyä sääntelyyn ja turvallisuusvaatimuksiin. Toiminta edellyttää rekisteröitymistä toimintaa valvovien viranomaisten ohjeiden mukaisesti sekä vastuuvakuutuksia ja itse droonien operoinnin koulutuksia.

**Teknologiavalinnoissa** olennaista on ratkaista, millainen kalusto vastaisi tarpeita ja millaiseen tekniseen kehittämiseen on syytä varautua. Droonien lisäksi pitää kartoittaa, mitä maassa sijaitsevan infrastruktuurin tekniikkaa tarvitaan sekä millaiset digitaaliset palvelut asiakkaille kannattaa tarjota ja miten yritys jalostaa toiminnan tuottamasta datasta lisäarvoa.

Todennäköisesti yrityksen täytyy hakea kumppaneita tekniseen kehitykseen ja pilotoinnista kiinnostuneita asiakkaita. Pilottien pohjalta toimintamalleja voi hioa kohti täysimittaista kaupallistamista. Ratkaisevia tekijöitä ovat riittävän käyttöasteen saavuttaminen, skaalautumisen mahdollisuudet ja pitkäaikaisten sopimusten hankkiminen.

### Liiketoimintamallit ja markkinavalmiudet

Liiketoimintamalli kannattaa rakentaa siitä lähtökohdasta, että samaa droonikalustoa voi tarjota kysynnän perusteella milloin halvoille, pienen marginaalin kuljetuksille, milloin korkean katteen premium-tason palveluille. Droonipohjaisten palveluiden digitaalisella markkinapaikalla eri asiakasryhmien käyttäjät voivat helposti tehdä varauksia ja valita haluamansa saatavuus- ja palvelutason.

Esimerkiksi kiireellisiä terveydenhuollon tarvikkeita tai tehtaan varaosia voi kuljettaa premium-palveluna. Samalla valtaosa muista tehtävistä voi sisältää massamarkkinoiden pakettilogistiikkaa, joka tuo tasaista volyymia ja operatiivista vakautta.

Eri **palvelutasot** ja asiakasryhmät pitää huomioida jo kaluston hankinnan suunnittelussa. Mitä monikäyttöisempiä drooneja palveluntarjoajan kalustoon kuuluu, sitä paremmin se maksimoi arvonluonnin. Silloin samat droonit voivat matkan varrella tarkistaa infrastruktuuria tai tehdä ympäristön valvontaa. Tämä kasvattaa tuottoa lentoa kohden ilman merkittäviä lisäkustannuksia, mikä vauhdittaa toiminnan alkutaipaleella kannattavuuden saavuttamista.

### Hyvin varusteltu drooni hoitaa monta tehtävää

Monikäyttöisellä anturikonaisuudella varustetut droonit ovat perusvarusteltuja kalliimpia. Ne kuitenkin tuottavat kustannussäästöjä ja uusia tulovirtoja, kun droonit voivat valo- ja videokuvausten lisäksi tehdä esimerkiksi lämpökamerakuvantamista, kerätä ympäristönäytteitä ja toimia tietoliikenteen välityslinkeinä. Eri datalähteiden yhdistäminen tuottaa reaaliaikaisen ja monipuolisen tilannekuvan infrastruktuurin omistajille, terveydenhuollolle ja viranomaisille.

### Millaisia ovat kaupalliset droonit?

Monipuoliset kaupallisen toiminnan droonit poikkeavat huomattavasti harrastajakäyttöön myytävistä malleista, joita ei ole suunniteltu kuljetustehtäviin. Eripainoisten ja muotoisten kuormien kuljettaminen vaatii droonilta huomattavasti vahvempia sähkömoottoreita, kookkaampia potkureita ja järeämpiä akkuja. Kylmäkuljetukseen tarvitaan erityisvarustelua. Kaupalliset droonit voivat olla jopa pienen henkilöauton kokoisia.

Drooneja voidaan tyypitellä esimerkiksi käyttökohteen tai rakenteen perusteella, roottorien määrän tai toimintaympäristön ja autonomiatason mukaan.

## Kustannukset

Useat keskeiset kustannustekijät ovat vielä avoimia markkinoiden kypsyttömyyden vuoksi. Esimerkiksi vakuutukset hakevat muutoan droonitoiminnan lyhyestä historiasta johtuen. Alailmatilan käytön hinnoittelu ei puolestaan vielä sovellu monien toimijoiden ympäristöön. Näiden kysymysten ratkaiseminen vaatii yritysten yhteistyötä vakuutusyhtiöiden ja viranomaisten kanssa.

Vuoden 2026 alkupuolella kaupalliseen, ammattimaiseen toimintaan soveltuvien droonien tyypillinen hinta on noin 10 000 euroa. Hintahaarukka ylittää uuden henkilöauton tasolle, kun tarvitaan runsa varustelua ja kykyä kuljettaa raskaampia kuormia.

Pääomakustannuksiin ei ole järkevä takertua liikaa, koska elinkaaren aikaisessa kustannusrakenteessa eniten rahaa kuluu henkilöstöön. Toiseksi suurin kustannuserä kertyy todennäköisesti vakuutuksista ja sääntelyn vaatimista lisensseistä. Suunnilleen yhtä paljon rahaa kuluu kaluston huoltoon ja kulutustarvikkeisiin.



## Droonioperaattorin esimerkinomainen käyttökustannusten jakauma:

40 %

### henkilöstö:

lentäjät, maahenkilöstö, liiketoimintaorganisaatio

25 %

**vakuutukset ja vaatimustenmukaisuus:**  
vastuuvakuutukset, lisenssit

20 %

**kaluston huolto ja kulutustarvikkeet:**  
droonit, akut ja lataus, varaosat

10 %

**logistiikka ja toimitilat:**  
ajoneuvot, kentät, varastot

5 %

**muu teknologia:**  
lentosuunnittelu, kalustonhallinta, analytiikka, tietoliikenne, IT

## Turvallisuusvaatimukset

Droonialaa koskevat turvallisuusvaatimukset muistuttavat osin lentoliikennettä. Toisinaan droonien lennot täytyy myös sovittaa yhteen miehitetyn ilmailun kanssa. Sen vuoksi alan yritys tarvitsee tiivistä yhteistyötä viranomaisten kanssa sekä joukon toimilupia ja sertifiointeja.

Tulevaisuudessa droonit kulkevat pääosin määriteltyjä ja valvottuja lentokäytäviä pitkin samalla tavalla kuin lentokoneet tai laivaliikenne. Käytävät tulevat laajenemaan kohti suurempia alueita huomioiden kuitenkin maanpinnan kohteisiin liittyvän riskin. Droonit voivat liikkua myös yhdessä parvimaisesti. Hallinnoitu toiminta on turvallista, eikä ihmisten tarvitse pelätä droonien yhteentörmäyksiä tai putoamisia.

### Integraatio lennonvalvonnan järjestelmiin

Digitaaliset ilmailupalvelut, kuten [Fintraffic Sky](#) ja [Flyk](#), mahdollistavat alailmatilan tilannekuvan, digitaalisen lentosuunnittelun ja lentotoiminnan yhteensovittamisen miehitetyn ilmailun liikenteenhallinnan (UTM) käyttöönotolle liikennemäärien kasvaessa ja eri operaattorien jakaessa samaa ilmatilaa. Droonien operointi Euroopassa laajentuu paikallisista liikennöintireiteistä U-space-ilmatiloja tai vastaavia tulevia ratkaisuja hyödyntävään malliin siinä vaiheessa, kun samaa ilmatilaa käyttää useampi toimija samanaikaisesti.

### Automaatio ja lentoturvallisuus

Itse droonien tekniikassa perusratkaisuihin kuuluvat havaitse ja väistä -toiminnot. Lisäksi droonitoiminnan automaatiossa tarvitaan esimerkiksi automatisoitua reittien uudelleensuunnittelua sekä drooniparvien reittioptimointia valvonta- ja logistiikkatehtäviin. Lisäksi akkuteknologian kehitys mahdollistaa tulevaisuudessa nykyistä pidemmät lentoajat sekä nopeamman latauksen. Myös uudet voimalinjat, kuten esimerkiksi vetypolttokenno- ja hybridiratkaisut tulevat parantamaan lento- ja latausaikoja.

# 5. Yhteiskunta ja drooniliiketoiminta

## Suomesta globaalisti merkittävä kaupallisen droonitoiminnan keskittymä

Suomi voi tuntua liian pieneltä maalta ollakseen drooniliiketoiminnan kehityksen kehto. Meillä on kuitenkin merkittäviä vahvuuksia: maailmanluokan syväteknologinen tutkimus, vahva teollinen tuotantokyky, poikkeuksellisen kehittynyt digitaalinen infrastruktuuri ja pitkä historia globaalisti kilpailukykyisten teknologisten ekosysteemien rakentamisessa.

Koordinoidulla panostuksella Suomi ja suomalaiset yritykset voivat luoda eurooppalaisen drooniliiketoiminnan keskittymän, joka pitää taloudellisen arvon kotimaassa ja samalla vahvistaa Euroopan globaalia kilpailukykyä.

Suomalainen yhteistyöhön perustuva ekosysteeminen ajattelutapa, joka juontaa juurensa mobiiliteknologian menestystarinasta, tukee luottamusta, ketteryyttä ja yritysrajat ylittävää yhdessä kehittämistä. Tämä ympäristö on eduksi, kun rakennetaan yhteistä infrastruktuuria, jaettuja operointikonsepteja ja vahvoja kaupallisia verkostoja.

Näiden vahvuuksien ansiosta Suomi on valmis laajamittaiseen drooniliiketoimintaan ja näyttämään Euroopalle, kuinka suunnitellaan, validoidaan ja teollistetaan miehittämättömän ilmailun ratkaisuja globaalien menestyksen vaatimalle tasolle.

Suomi voi toimia yrityksille astinlautana kohti toiminnan laajentamista useisiin maihin. Yritykset myös muualta Euroopasta voivat hyödyntää Suomea kokeilu-ympäristönä niin teknologian kuin liiketoiminnan kehityksessä ja pilotoinnissa.

### Suomen vahvuuksia:

- Kansalaiset suhtautuvat myönteisesti automatisoituihin palveluihin.
- Kaupunki-, taajama- ja maaseutu-ympäristöt tarjoavat monipuolisia käyttötapauksia ympäri vuoden.
- Teollinen perusta, esimerkiksi työ-koneiden valmistus, soveltuu hyvin myös ilmassa kulkevien droonien ja ratkaisujen tuottamiseen ja skaalaimiseen.
- Maailmanluokan digitaaliset valmiudet tukevat turvallisia automatisoituja operaatioita ja liiketoiminnan alustoja.



### Droonien materiaalit ja ympärivuotinen toiminta

Arktisiin olosuhteisiin suunnitellut jäätymistä estävät materiaalit ja pinnoitteet, painetun elektroniikan lämmitysratkaisut sekä kylmänkestävät akut ja voimalinjat mahdollistavat turvallisen toiminnan vaativissa sääolosuhteissa. Yhdessä sääpalveluja tuottavien yritysten 3D-sääennusteiden kanssa Suomi toimii referenssinä vaativan ilmaston droonitoiminnoille.

## Yhteiskunnallinen hyöty

Koko yhteiskunnan kannalta dronien valttina on se, että ne vähentävät liikenteen päästöjä, joten ne tukevat maiden ja kaupunkien ilmastotavoitteita. Dronien tekniikan jatkuva kehitys myös lopulta hiljentää niiden ääntä, mikä sallii tulevaisuudessa toiminnan tiheästi asutuilla tai muista syistä melulle herkillä alueilla. Meluttomuus voi parantaa mahdollisuuksia erityisesti kierrätyksen ja paluulogistiikan kehittämisessä yöaikaan.

Innovatiivinen droniliiketoiminta luo uusia ammattirooleja etäoperointiin, huoltoon,

maaoperaatioihin, tietoliikenteeseen ja digitaalisiin palveluihin sekä datan ja kaluston hallintaan. Nämä korkean osaamisen työpaiikat tukevat teollista uudistumista ja alueellista työllisyyttä.

Myös julkiset palvelut hyötyvät. Reaaliaikainen datankeruu parantaa viranomaisten tilannekuvaa. Tulevaisuudessa yhteistoiminta maapohjaisten palvelurobottien kanssa lisää automaatiota ja tehokkuutta. Näkyvät ja positiiviset vaikutukset rakentavat kansalaisten luottamusta ja lisäävät halukkuutta omaksua

dronipohjaisia palveluita osaksi arkea.

Autonomisesti toimiva dronilogistiikan verkosto mahdollistaa merkittävän tuottavuusloikan. Erityisesti dronien parvitekniologiaa soveltamalla voidaan nostaa pientavaran logistiikkapalveluiden tehokkuutta, kasvat-  
taa tuottavuutta ja saavuttaa merkittäviä kustannussäästöjä. Korkea autonomia-aste vähentää toimitusten vaatimaa ihmisten työpainosta, kun dronit pystyvät itsenäiseen toimintaan ympäri vuorokauden ja jakavat tehtäviä keskenään optimaalisesti.



### Dronitoiminnan etuja:

- **Hiilineutraalius:** enimmäkseen sähköllä toimivina dronit vähentävät liikennepäästöjä
- **Tehokkuus:** erilaiset valvontatehtävät sujuvat tehokkaammin kuin muilla keinoilla
- **Tarkkuus:** erittäin tarkka tiedonkeruu esimerkiksi ympäristöstä ja infrastruktuurista
- **Nopeus ja tuotetun palvelun ennustettavuus:** dronit eivät jää ruuhkiin
- **Työllisyysvaikutus:** dronipohjaiset palvelut luovat uusia työpaikkoja

## Julkisen sektorin yhteistyö ja turvallisuusriskien hallinta

Julkisen sektorin organisaatiot ovat droniliiketoiminnalle kriittisen tärkeitä niin asiakkaina kuin sen mahdollistajina. Yrityksille pitkäaikaiset sopimukset kaupunkien, pelastustoimen ja terveydenhuollon kanssa luovat liiketoiminnalle olennaista peruskuormaa – ne ovat toimialan kasvun kiihdyttämisen kannalta suurin yksittäinen tekijä. Ne myös pienentävät yhteiskunnallisia riskejä sekä vahvistavat elinkeinoelämän ja kansalaisten luottamusta.

Turvallisuus vaatii jaettua tilannekuvaa operaattorien ja viranomaisten kesken. Suomessa turvallisen tietoliikenteen pitkäaikainen osaaminen ja digitaalinen infrastruktuuri tuovat dronialalle erityisen kilpailuedun. Riskienhallinnan, poikkeusten käsittelyn ja kyberturvallisuuden selkeät toimintamallit ovat keskeisiä kansallisen luottamuksen rakentamisessa.

Suomessa droniliiketoiminnan turvallisuus ja innovaatiot voivat kehittyä rinnakkain. Jo vanhastaan viranomaiset ovat tehneet tiivistä yhteistyötä yritysten ja tutkimusorganisaatioiden kanssa, mikä mahdollistaa hallitusti toteutetut kaupalliset pilottihankkeet, joissa huolehditaan vaatimustenmukaisuudesta, yksityisyydestä ja vastuunkannosta.

Toiminnan kasvaessa dronit vaativat häiriönsietoisia, turvallisia ja salattuja ohjausyhteyksiä (engl. *command and control link, C2*). Lisäksi tarvitaan tiukkaa järjestelmien varmennusta ja turvallisuuden hallinnointia sekä kehittyneitä alailmatilan tilannetietoisuuden ratkaisuja. Näihin tarpeisiin Suomesta löytyy huippuluokan osaamista.

## Yhteiskunnallinen hyväksyttävyys ja sääntely

Drooniliiketoiminnan kehitys ja investoinnit vauhdittuvat, kun Suomessa ja Euroopassa lainsäädäntö tarkentuu muotoon, joka palvelee alan yritystoimintaa. Toistaiseksi sääntely on vielä monimutkaista ja sen kehitys hidasta, eikä sääntely huomioi laajamittaisen operoinnin ja sen infrastruktuurin vaatimuksia. Myös lentolupien saaminen viranomaisilta nykyistä nopeammin olisi tarpeen, jotta drooniliiketoiminta voi tulevaisuudessa skaalautua nopeasti.

Kansalaisten luottamusta täytyy rakentaa osoittamalla droonien myönteiset vaikutukset arkeen. Läpinäkyvä viestintä, hiljaiset ja vähäpäästöiset ilma-alukset sekä selvästi hyödylliset palvelut ovat olennaisia luottamuksen rakennusosia. Luottamus automatisoituihin drooniratkaisuihin kasvaa, kun kansalaiset ja viranomaiset näkevät, että droonit pikemminkin vähentävät kuin lisäävät riskejä.

### Suomen tie eurooppalaisen drooniliiketoiminnan kärkeen:

Ajankohta	Mahdollisimman pian	5 lähivuoden aikana	Myöhemmin
<b>Teknologia</b>	Vahvistetaan nopean testaamisen ja sertifiointin mahdollisuuksia avaamalla testiympäristöjä joka sään toimintaan ja alailmatilan hallintaan.  Esitellään yrityksille ratkaisuja, kuten monikäyttöisten droonien prototyyppisiä ja automatisoitua maainfrastruktuuria todellisissa käyttöympäristöissä.	Skaalataan kotimaista droonien, robotiikan maapalveluiden ja kalustonhallinnan alustojen kehitystä.	Rakennetaan teollisia ja digitaalisia vientivalmiuksia Suomen aseman vahvistamiseksi Euroopan johtavana drooniliiketoiminnan maana.
<b>Talous ja liiketoiminta</b>	Tuetaan drooniperaattorien kilpailuun perustuvan yrityskentän syntymistä, jotta palvelut saavuttavat kattavan palvelutason.  Vahvistetaan julkisen ja yksityisen sektorin yhteistyötä koordinoitujen kilpailutusten avulla kysynnän ankkuroimiseksi kohti suuria palvelusopimuskokonaisuuksia.	Investoidaan monikäyttöisiin liiketoimintamalleihin, jotka yhdistävät logistiikan ja datapohjaiset palvelut korkean käyttöasteen saavuttamiseksi.	Kehitetään suomalaisen drooniosaamisen kansainvälisiä vientiverkostoja ja rajat ylittäviä palvelumalleja.
<b>Sääntely ja politiikka</b>	Nopeutetaan ja yksinkertaistetaan sääntelyä, joka mahdollistaa droonien autonomian, parvi-toiminnan ja ilmaliikenteen hallinnan (U-space). Kehitetään regulaatiota kohti suuntaa, jossa arvotetaan yrityksen taloudellista luotettavuutta ja vahvaa turvallisuuskulttuuria.	Osallistutaan keskusteluun eurooppalaisen drooniteknologian yhdenmukaisesta sertifiointista ja droonioperoinnin sääntelystä sekä viranomaishyväksynnästä.	Osallistutaan keskusteluun kansainvälisistä standardeista, jotta ne tukevat globaalin drooniliiketoiminnan turvallista integrointia.
<b>Yhteiskunta</b>	Tehdään drooneista tuttu ja turvallinen osa rakennettua ympäristöä näkyvien ja hyvin viestittyjen julkisten pilotointien avulla.	Vahvistetaan luottamusta ja korostetaan konkreettista yhteiskunnallista hyötyä ja turvallisuutta eri aloilla.	Edistetään jatkuvaa vuoropuhelua ja kansalaisten koulutusta pitkän aikavälin hyväksyttävyyden varmistamiseksi.

# 6. Miten VTT palvelee yrityksiä drooniliiketoiminnassa

## Kehityskaaren kattava teknologinen ja kaupallinen tuki

Yrityksen ei kannata lähteä suin päin hankkimaan drooniteknologiaa ja aloittaa sen käyttöä ilman riittävästi asiantuntemusta. Drooniliiketoiminnasta kiinnostunut yritys saa VTT:ltä koko kehityskaaren kattavaa ja systemaattista tukea strategiasta tutkimukseen, pilotointiin ja teolliseen käyttöönottoon. Merkittävää VTT:n kaupallisille palveluille on riippumaton asiantuntemus sen arvioimisessa, mitkä ovat konseptin liiketaloudelliset mahdollisuudet.

Yrityksiä palvelee VTT:n teknologinen asiantuntemus ja järjestelmätason osaaminen sekä testialueet luvituksineen, mittava patenttisalkku ja laajat kansainväliset verkostot, joihin kuuluu drooniteknologian kehityksen ja liiketoiminnan organisaatioita. Lisäksi viranomaiset ja loppukäyttäjät hyötyvät VTT:n turvallisista ja koetelluista toimintamalleista ja loppukäyttäjät validoiduista ratkaisuista.

VTT:n resurssit tarjoavat yrityksille ja julkisen sektorin organisaatioille siirtymän yhden lentäjän satunnaisesta droonien hyödyntämisestä kohti validoituja, skaalautuvia ratkaisuja. VTT toimii Suomessa yhdistävänä voimana, joka integroi keskeiset teknologiat turvallisiksi ja markkinoille valmiiksi ratkaisuiksi sekä kehittää kriittisiä mahdollistavia teknologioita.

### VTT:n palvelut drooniliiketoiminnan kehittämiseksi:

- Teknologian kartoitus ja ennakointi
- Teknologian kehitys ja validointi – syntyvän IP:n omistaa aina VTT:n asiakas
- Testialueet luvituksineen
- VTT:n patenttisalkun lisensointi
- Tekninen tuki ja konsultointi
- Kannattavuuden arviointi
- Liiketoiminnan validointi
- Soveltuvuus selvitykset



Tärkein yksittäinen etu VTT:n palveluissa on uusimpien teknisten vaatimusten ja ratkaisujen tuntemus. Sen ansiosta yritys välttyy esimerkiksi keskustelemasta yksitellen lukuisien eri ratkaisuja kehittävien ja myyvien toimijoiden kanssa. Lisäksi näin vältetään luvitukseltaan hankalan tai jo ostettaessa vanhentuneen teknologian hankkimiselta.

VTT:llä on mittava droonitoimintaa palveleva teknologinen, operatiivinen ja liiketoiminnallinen kehityskyky. Teknisesti ainutlaatuista huippuosamista edustavat esimerkiksi VTT:n kehittämä parviteknologian patenttisalkku, jonka ratkaisut ovat

siirrettävissä yrityksille nopeaa tuotekehitystä varten. Soveltavan tutkimuksen laitoksena VTT:llä on kyky tuoda viimeisimmät tiedemaailman löydökset osaksi ratkaisuja.

Häiriönsietoisuutta varten VTT:llä on maailmanluokan asiantuntemusta turvallisuus- ja 5G-teknologioissa sekä kehittyvissä 6G-järjestelmissä. VTT:n patentoitu kolmiulotteinen mobiiliverkkoyhteyksien suorituskyvyn ennustaminen tukee turvallista autonomista reittisuunnittelua reitin ennakoidun verkkopeiton perusteella.

### Drooniteknologian operatiivisen kehityksen ja sovellusten alueilla VTT tukee yrityksiä esimerkiksi näillä alueilla:

- Alailmatilan hallinta ja U-space
- Operointikonseptit (ConOps) ja turvallisuus-kulttuuri
- Autonomia-asteen lisääminen, parviäly ja etäoperointi
- Käyttöliittymäsuunnittelu sekä uudet vuorovaikutusmenetelmät
- Tietoliikenneyhteydet ja paikannusratkaisut
- Konenäkö, anturit ja tutkat
- Robotiikka ilma- ja maaoperointiin
- Akkukennot ja uudet voimalinjat
- Fyysinen turvallisuus ja kyberturvallisuus

## VTT:n droonitoiminnan organisaatio ja testialue

VTT operoi Euroopan edistyksellisimpiin kuuluvaa siviilidroonien tutkimusympäristöä, joka suorittaa yli 1 000 lento-operaatiota vuodessa.

### VTT:n droonitoiminnan organisaatio:

- yli 30 droonia, mukaan luettuina raskaan rahdin droonit ja eVTOL-droonit
- sertifioidut pilotit ja turvallisuuden hallintajärjestelmät,
- operaatiot EASA:n avoimessa, erityisessä ja sertifioidussa kategoriassa
- vakuutus- ja kunnossapitoprosessit, jotka täyttävät ilmailun vaatimukset

VTT:n lentotoiminta voi integroida digitaalisia alailmatilan hallintajärjestelmiä useilta eri toimittajilta ja tukea turvallista yhteistoimintaa ilmatilan muiden käyttäjien kanssa.

### VTT:n droonitestialue Oulussa - eurooppalainen referenssiympäristö

**Testialue** (20 x 30 km + 150 km lentokäytävä itään) **mahdollistaa:**

- luotettavat operaatiot ihmisen näkökentän ulkopuolella (BVLOS)
- parvitoiminnan
- äärisääolosuhteiden ja jäätämisen testit
- maassa ja ilmassa toimivan robotiikan yhteistoiminnan
- alailmatilan valvonnan testauksen
- turvallisen miehittämättömän ilmailun validoinnin
- raskaan miehittämättömän ilmailun testauksen
- ADS-B- ja tutkapohjaisen tilannetietoisuuden.

Testi-infrastruktuurin kalusto on myös helposti siirrettävissä, mikä mahdollistaa nopean testaus-toiminnan myös muilla alueilla.

# 7. Johtopäätökset

Drooniliiketoiminta on siirtymässä kehitysvaiheesta kaupalliseen mittakaavaan. Puolustussektorilta periytyvät teknologiat parantavat pian myös siviiliyhteiskunnan palveluita, kuten terveydenhuoltoa, logistiikkaa, turvallisuutta ja infrastruktuuripalveluita.

Suomen ja suomalaisten yritysten hetki on nyt. Päätäväinen toiminta ratkaisee, lunastammeko käsillä olevat mahdollisuudet.

VTT on valmis tukemaan Suomea ja Eurooppaa vahvalla tieteellisellä ja teknologisella osaamisellaan.



## Ota yhteyttä

**Tuulia Haiko**  
Solution Sales Lead  
tuulia.haiko@vtt.fi  
+358 40 7177 796

**Markku Kivinen**  
Business Development Manager  
markku.kivinen@vtt.fi  
+358 50 4871 621

Lue lisää drooniliiketoiminnan palveluistamme:  
<https://www.vttresearch.com/fi/palvelut/>

## Ota haltuun droonialan sanasto

### **ADS-B** (*Automatic Dependent Surveillance-Broadcast*)

Turvallisuudelle keskeinen valvontatekniikka, jolla droonit voivat lähettää omat sijaintitietonsa muille ilma-aluksille ja maa-aseille. Droonit tulevat näkyviin ilmaliikenteen valvonnalle ja miehittyille ilma-aluksille, joissa on ADS-B-vastaanottimet.

### **Alailmatila** (*lower airspace*)

Ilmatila maan tai veden pinnasta 150 metrin korkeuteen.

### **BVLOS** (*Beyond Visual Line of Sight*)

Droonien operointi suoran näköyhteyden ulkopuolella. Hallinnan ja turvallisuuden varmistamiseksi BVLOS-lennot hyödyntävät erilaisia varmistusratkaisuja.

### **ConOps** (*Concept of Operations*)

Toimintakuvaus käytetyn ratkaisun teknisistä tiedoista sekä operoinnista ja sosioteknisestä kokonaisjärjestelmästä.

### **EASA** (*European Union Aviation Safety Agency*)

Euroopan unionin lentoturvallisuusvirasto, joka sääntelee ja valvoo ilmailun turvallisuutta, mukaan lukien droonit.

### **eVTOL** (*electric vertical take-off and landing*)

Sähköinen pystysuoraan lentoonlähtöön ja laskeutumiseen kykenevä ilma-alus.

### **SORA** (*Specific Operations Risk Assessment*)

UAS-toiminnan riskinarvioinnin menetelmä.

### **UAS** (*Unmanned aircraft system*)

Miehittämätön ilma-alusjärjestelmä.

### **UA** (*Unmanned aircraft*)

Miehittämätön ilma-alus, yleisesti kutsuttu nimellä drooni.

### **UAS-ilmatilavyöhyke**

Maantieteellisesti rajattu, tilapäinen tai pysyvä ilmatila droonitoimintaa varten tai rajoitettu ilmatila.

### **U-space**

Valvottu ja hallinnoitu ilmatila miehittämättömille ilma-aluksille.

### **UTM** (*Unmanned aircraft system traffic management*)

Digitaalinen, automatisoitu drooniliikenteen hallinnan ekosysteemi.



**beyond the obvious**

VTT on yritysten ja yhteiskunnan visionäärinen tutkimus-, kehitys- ja innovaatiokumppani ja yksi Euroopan johtavista teknologian tutkimuslaitoksista.  
Lupaamme ajatella kaikessa beyond the obvious.

**[www.vttresearch.com](http://www.vttresearch.com)**