



# Dronejen käyttö kasvinsuojelussa



Maa- ja metsätalousministeriö



Tukes-raportti: Dronejen käyttö kasvinsuojelussa

27.9.2021

Tekijät: Laitinen Pauliina, ryhmäpäällikkö, Turvallisuus- ja kemikaalivirasto; Ronkainen Ari, tutkija, Luonnonvarakeskus

Ruiskudronejen käyttö kasvinsuojelussa -projektin rahoitti maa- ja metsätalousministeriö.

## Sisällys

1. Johdanto	4
2. Lainsäädännön muutosehdotus	5
2.1. Muutosehdotus	5
2.2. Prosessikuvaus	8
2.3. Kustannusvaikutukset	12
2.4. Ohjausryhmän kommentteja	12
3. Voimassa oleva lainsäädäntö	13
3.1. Droneruiskutus on lentolevitystä, direktiivissä poikkeussäännökset	13
3.2. Laki kasvinsuojeluaineista	13
3.3. Kasvinsuojeluaineelle droneruiskutuslupa koetoiminnan kautta	14
3.4. Miehittämättömään ilmailuun liittyvät säädökset	15
4. Mahdolliset käyttötapaukset Suomessa	15
4.1. Olennaista on vertailukohde	16
5. Ruiskudronejen käyttö EU-jäsenmaissa ja maailmalla	17
5.1. Tukesin kysely EU jäsenmaille 2020	17
5.2. Espanja	17
5.3. Ranska	18
5.4. Norja	18
5.5. Saksa	19
5.6. Sveitsi	19
5.7. USA	20
5.8. OECD:n drone/UAV -työryhmä	20
6. Ruiskudronejen laitteistovaatimukset	21
7. Käytössä olevien ruiskudronejen testaus	22
8. Ruiskutusnesteen kulkeuma ympäristöön	23
9. Valmisteiden hyväksyminen dronelevityskäyttöön - riskinarviointinäkökulma	26
9.1. Terveysriskien arviointi	26
9.2. Ympäristöriskien arviointi	28
9.3. Jäämät ja kuluttajariskien arviointi	29
9.4. Levitystasaisuus ja biologinen tehokkuus	29
10. Johtopäätökset	31

## 1. Johdanto

Kasvinsuojeluaineiden käyttö on murroksessa. Euroopan vihreän kehityksen ohjelma<sup>1</sup> ja siihen liittyvät strategiat luovat suuntaviivat kasvinsuojeluaineiden käytöstä aiheutuvien riskien ja käytön vähentämiseksi. Pelloilta pöytään - ja Biodiversiteetti -strategioissa tavoitteena on vähentää kasvinsuojeluaineiden käyttöä ja riskiä 50 %:lla vuoteen 2030 mennessä sekä vähentää haitallisimpien kasvinsuojeluaineiden käyttöä 50 %:lla. Kasvinsuojeluaineiden riskien ja käytön vähentäminen vaatii uusia ja innovatiivisia kasvintuhoojien tarkkailu- ja torjuntamenetelmiä sekä kemiallisten kasvinsuojeluaineiden entistäkin huoleellisempaa ja tarkempaa käyttöä. Suomessa ja laajemminkin Euroopan Unionissa (EU) on herätty miehittämättömien ilma-alusten eli dronejen käytön mahdollisuuksiin kasvintuhoojien täsmätorjunnassa.

Miehittämättömät ilma-alukset ja niihin liittyvä oheistekniikka kehittyvät nopeasti. Ruiskudronemalleja on useita erilaisia ja niitä on käytetty erityisesti riisinviljelyssä Japanissa 1980-luvulta ja Kiinassa 2000-luvun alkupuolelta alkaen<sup>2</sup>. Tutkimusta tehdään mm. kaukokartoitusmenetelmien käytöstä rikkakasvien ja kasvintuhoojien vioitusten tunnistamisessa. Kaukokartoituksella tunnistetut kasvintuhoojat ja rikkakasvit olisi mahdollista käsitellä täsmäruiskutuksena dronella. Käsitely voisi olla käyttäjälle ja ympäristölle tehokkaampaa ja turvallisempaa verrattuna esimerkiksi pesäkekäsittelyyn reppuruiskulla tai koko alueen käsittelyyn traktoriruiskulla. Kasvinsuojeluaineiden dronelevitykseen voi liittyä aiemmista tekniikoista poikkeavia riskejä, joten levitystapaan liittyvät riskit tulee arvioida tapauskohtaisesti.

Ruiskudronejen käyttö kasvinsuojelussa -projekti sai alkunsa Tukesiin tulleista asiakaskyselyistä. Alustavia selvityksiä ruiskudronejen käytöstä tehtiin jo vuonna 2016. Mahdollisiksi käyttökohteiksi keskusteluissa on noussut mm. tunnista ja torju -täsmätorjunta, taimikoiden suojele hirvituhoilta, golfkenttien viheriöiden kasvinsuojelu, vaikeat tai vaaralliset toimintaympäristöt, erikoiskasvien viljely ja uudet käyttökohteet. Ruiskudroneihin liittyvissä keskusteluissa on usein päädytty siihen, että vaativan tekniikan ja monipolvisen lupaprosessin takia droneruiskutukset olisivat todennäköisesti urakoitsijoiden tarjoamia palveluita.

Tällä hetkellä laki kasvinsuojeluaineista (1563/2011) ei mahdollista ruiskudronen käyttöä kasvinsuojeluaineiden lentolevityksessä. Olisi tärkeää, että lainsäädäntö pysyisi uusien levitystekniikoiden kehityksessä mukana ja mahdollistaisi innovatiivisten toimintatapojen kokeilun ja käyttöönoton.

**Selvityksen johtopäätöksenä ehdotamme, että lakiin kasvinsuojeluaineista lisättäisiin lentolevitystä koskeva poikkeuslupamenettely kasvinsuojeluaineen levittämiseen miehittämättömällä ilma-aluksella eli dronella.**

Lakimuutosehdotus ei rajaa droneruiskutuksen käyttökohteita. Riskinarviointi tehdään aina tapauskohtaisesti valmisteen ja haetun käyttökohteen mukaisesti. Droneruiskutus voidaan hyväksyä vain siinä tapauksessa, että ei ole olemassa muuta vaihtoehtoa tai että ihmisten terveyteen ja ympäristöön kohdistuvat vaikutukset ovat pienemmät maasta käsin tehtävään levitykseen verrattuna. Riskinarviointimenetelmiä ja -kriteereitä levitysmenetelmän käytöstä ei toistaiseksi ole, joten droneruiskutus on käytännössä mahdollista hyväksyä terveys- ja ympäristöturvallisuus huomioiden vain koetoimintaan. Kun riskinarviointimenetelmät ja hyväksymiskriteerit jatkossa kehittyvät, on droneruiskutus ehdotuksen mukaan mahdollista arvioida ja hyväksyä muuhunkin käyttöön.

---

<sup>1</sup> Europa.eu 2019: Euroopan vihreän kehityksen ohjelma. [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_fi](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_fi).

<sup>2</sup> He, X.K. & Bonds, J., Herbst, A. & Langenakens, J. (2017). Recent development of unmanned aerial vehicle for plant protection in East Asia. International Journal of Agricultural and Biological Engineering. 10. 18-30. [https://www.researchgate.net/publication/317779797\\_Recent\\_development\\_of\\_unmanned\\_aerial\\_vehicle\\_for\\_plant\\_protection\\_in\\_East\\_Asia](https://www.researchgate.net/publication/317779797_Recent_development_of_unmanned_aerial_vehicle_for_plant_protection_in_East_Asia).

Droneruiskutukseen liittyvät oleellisesti seuraavat vaatimukset ja luvat: käytössä olevan ruiskudronen soveltuvuus käyttöön, valmisteen käyttökohteen hyväksyminen dronelevityskäyttöön, ilmailuun liittyvät rekisteröitymiset ja luvat sekä lentolevitystä koskeva poikkeuslupa (Kuva 1). Lupaprosessin eri osa-alueet on kuvattu tarkemmin raportin kappaleessa

## 2.2. Prosessikuvaus

1. Turvallinen ruiskudrone	2. Valmisteen hyväksyminen lentolevityskäyttöön	3. Traficom ilmailun luvat	4. Lentolevityspoikkeuslupa
<ul style="list-style-type: none"> <li>Käytössä olevan laitteiston vaatimukset</li> <li>Paras mahdollinen tekniikka tuulikulkeuman vähentämiseksi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lentolevityksen riskejä koskeva arviointi <ul style="list-style-type: none"> <li>Tuulikulkeuma</li> <li>Ympäristöriskien arviointi</li> <li>Terveysriskien arviointi</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>UAS operaattoriksi rekisteröityminen</li> <li>Toimintalupa lentolevitykseen erityisen-kategoriassa → ilmailuriskit arvioitu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kohdat 1, 2 ja 3 oltava kunnossa</li> <li>Turvallisempi kuin perinteinen menetelmä</li> <li>Riskinhallintatoimet sivullisten suojelemiseksi</li> <li>Levityssuunnitelma – aika, aine, paikka</li> </ul>

Kuva 1. Droneruiskutukseen liittyvät vaatimukset ja lupaprosessit tiivistettynä.

Tässä raportissa miehittämätöntä ilma-alusta (*Unmanned Aerial Vehicle UAV, Remotely Piloted Aircraft System RPAS*) kutsutaan **droneksi** ja kasvinsuojeluaineiden lentolevitykseen soveltuvaa dronea (*Unmanned Aerial Spraying System UASS*) **ruiskudroneksi**. Tämä selvitys käsittelee kasvinsuojeluaineiden levittämistä ruiskudronella. Raportissa ei tarkastella lentolevitystä miehitetyllä ilma-aluksella eikä biosidien levitystä ruiskudronella. Raportissa ei tarkastella biologisten torjuntaeliöiden tai lannoitteiden lentolevitystä, koska niiden levittämiseksi droneilla ei ole juridista estettä.

Ruiskudronejen käyttö kasvinsuojelussa -projektin rahoittaja on maa- ja metsätalousministeriö. Projektissa asiantuntijoina ovat tutkijat Ari Ronkainen ja Pasi Suomi Luonnonvarakeskuksesta sekä ryhmäpäällikkö Pauliina Laitinen ja ylitarkastajat Emilia Laitala ja Jouni Rokkanen Turvallisuus- ja kemikaalivirastosta. Raporttiin on koottu tietoa lukuisten asiantuntijoiden haastatteluista sekä keskusteluista projektin työpajassa. Lämmin kiitos kaikille raportin valmisteluun osallistuneille!

## 2. Lainsäädännön muutosehdotus

### 2.1. Muutosehdotus

Projektissa tehdyn selvityksen pohjalta ehdotamme, että lakiin kasvinsuojeluaineista lisätään poikkeuslupamenettely ruiskudronejen käytölle kasvinsuojeluaineiden lentolevityksessä. Ehdotuksemme mukaan poikkeuslupaa koskevassa sääntelyssä tulee nykyisten säännösten lisäksi tarkastella seuraavat asiat:

- Toimivaltaisen viranomaisen nimeäminen ja droneruiskutusta koskeva valvonta ja seuraamukset.
- Poikkeuslupa koskee kasvinsuojeluaineiden lentolevitystä miehittämättömällä ilma-aluksella (alla ehdotettu 20 a §) ja sisältää lentolevityssuunnitelman sekä droneruiskutuksen toteutusta koskevat pyynnöt ilmoitusmenettelyä. Tällä hetkellä kasvinsuojeluaineiden droneruiskutukselle ei voi tehdä kattavaa terveys- ja ympäristövaikutusten riskinarviointia, minkä vuoksi dronejen käyttö kasvinsuojeluaineen levityksessä on mahdollista toistaiseksi hyväksyä ainoastaan koetoimintaan.
- Tarkemmat säännökset lentolevityksestä miehittämättömällä ilma-aluksella annetaan maa- ja metsätalousministeriön asetuksella, mukaan lukien ruiskudronea koskevat vaatimukset ja rajoitukset.
- Kasvinsuojeluaineen hyväksyminen lentolevityskäyttöön. Riskinarviointi on keskeinen työkalu valmisteen droneruiskutusta koskevan erityisen riskinarvioinnin tekemisessä sekä droneruiskutustoiminnan riskien arvioinnissa.

Tukes ehdottaa kasvinsuojeluaineista annetun lain pykälää 20, 21 ja 22 tarkasteltavaksi ja niihin lisättäväksi seuraavia tummennetulla olevia asioita. Tummennetuissa kohdissa on asiaan liittyvää pohdintaa luettelomerkillä erotetuissa kohdissa.

#### 20 § Kasvinsuojeluaineen lentolevitys

*Kasvinsuojeluaineen levitys ilma-aluksesta on kielletty.*

*Sen estämättä, mitä 1 momentissa säädetään, voi:*

*1) Ruokavirasto päättää kasvintuhoojan torjumisesta kasvinsuojeluaineen lentolevitystä käyttäen samalla, kun se päättää toimenpiteistä kasvintuhoojien torjumiseksi tai niiden leviämisen estämiseksi siten kuin kasvinterveyden suojelemisesta annetussa laissa ([702/2003](#)) säädetään, jos kasvintuhoojasta aiheutuu välitön uhka kasvinterveydelle eikä kasvintuhoojaa voida muulla tavoin tehokkaasti kohtuudella torjua tai sen leviämistä estää;*

*2) maa- ja metsätalousministeriö päättää Suomen metsäkeskuksen alueyksikön esityksestä kasvinsuojeluaineen lentolevityksestä metsässä kasvaviin puihin kohdistuvien laajojen metsätuhojen torjumiseksi samalla, kun se päättää toimenpiteistä metsätuhon leviämisen tai syntymisen estämiseksi siten kuin metsätuhojen torjunnasta annetussa laissa ([1087/2013](#)) säädetään, jos metsätuhoja ei voida muulla tavoin tehokkaasti kohtuudella estää.*

*Lentolevitystä koskevassa päätöksessä on oltava tiedot lentolevitysalueesta, torjuntatoimenpiteistä ja niiden suorittamisajankohdasta sekä torjunnassa käytettävästä kasvinsuojeluaineesta.*

#### **20 a § kasvinsuojeluaineen lentolevitys miehittämättömällä ilma-aluksella**

- **Asiakokonaisuuden laajuuden huomioiden voi olla tarpeen erottaa miehittämätön ilmailu erilliseksi 20 a §:ksi.**

##### **1 momentti**

***Sen estämättä, mitä 20 § 1 momentissa säädetään, voisi Turvallisuus- ja kemikaalivirasto päättää hakemuksesta kasvinsuojeluaineen lentolevityksestä miehittämättömällä ilma-aluksella silloin, kun toteutettavissa olevia vaihtoehtoja ei ole olemassa tai kun sillä edistetään täsmäviljelyn tutkimusta ja kehitystä tai kun hakija voi esittää, että miehittämättömällä ilma-aluksella tehtävän lentolevityksen vaikutukset ihmisten terveyteen ja ympäristöön ovat 21 §:n 1 momentin 1 kohdan mukaisesti pienemmät verrattuna kasvinsuojeluaineen levitykseen maasta.***

##### **2 momentti**

*Hakijan olisi toimitettava lentolevityssuunnitelman hyväksymistä koskeva hakemus Turvallisuus- ja kemikaalivirastolle ja liitettävä siihen todisteet siitä, että 1 momentin ja 21 §:n edellytykset täyttyvät. Hyväksytyn lentolevityssuunnitelman mukaista lentolevitystä koskeva hakemus olisi esitettävä hyvissä ajoin Turvallisuus- ja kemikaalivirastolle. Sen olisi sisällettävä tiedot alustavasta levitysjajasta sekä käytettävien kasvinsuojeluaineiden määristä ja tyypistä. Lentolevitystä koskevassa päätöksessä olisi oltava tiedot lentolevitysalueesta, torjuntatoimenpiteistä ja niiden suorittamisajankohdasta sekä torjunnassa käytettävästä kasvinsuojeluaineesta.*

### **3 momentti**

*Turvallisuus- ja kemikaalivirasto hyväksyisi hakemuksesta lentolevityssuunnitelman ja voisi ilmoitusmenettelynä katsoa hyväksytyksi sellaiset hyväksytyn lentolevityssuunnitelman mukaista lentolevitystä koskevat hakemukset, joissa ei ole merkittäviä muutoksia ja joihin ei saada vastausta toimivaltaisen viranomaisen määräämässä ajassa.*

- Ehdotamme pohdittavaksi ja asetustasolla säädettäväksi aikarajat, jolloin lentolevityssuunnitelmaa ja lentolevitystä koskevat hakemukset olisi toimitettava ja jolloin ilmoitus voitaisiin katsoa hyväksytyksi. Keskusteluissa oli lisätä lentolevitystä koskevaan hakemukseen ”kuitenkin viimeistään 2 viikkoa ennen suunniteltua lentolevitystä”, mutta käytännössä kasvukauden aikana kaksi viikkoa voi olla liian pitkä aika odottaa viranomaisen hyväksyntää.*
- Laissa tai asetuksessa olisi hyvä olla välttämättömät menettelyt ilmoitusmenettelyn käyttöön (reunaehdot) ja mahdollisuus aloittaa toiminta tietyn määräajan (esim. 2 viikkoa) jälkeen, jollei Tukes anna vastausta asiassa. Jos lentolevitystä koskeva hakemus poikkeaa merkittävästi lentolevityssuunnitelmasta, Tukesin tulee arvioida muutoksesta aiheutuvat riskit ja tehdä asiasta päätös, sisältäen tarpeen mukaan kuulemismenettelyn.*
- Esimerkkilainsäädäntöä tarkasteltavaksi Ympäristönsuojelulaissa 10 a luku. Ilmoitusmenettelyssä tulisi harkita YSL 115 b § tapaista menettelyä: Jos ilmoitus on puutteellinen, sitä voi täydentää yhden kerran viranomaisen asettamassa määräajassa. Jos ilmoitusta ei täydennetä asetetussa määräajassa tai ilmoitus on edelleen puutteellinen täydentämisen jälkeen, ilmoitus jätetään tutkimatta eikä toimintaa saa aloittaa.*

### **4 momentti**

*Turvallisuus- ja kemikaaliviraston on pidettävä kirjaa 2 ja 3 momenteissa tarkoitetuista hakemuksista ja luvista ja saatettava yleisesti saataville niihin sisältyvät merkitykselliset tiedot, kuten ruiskutettava alue, alustava levityspäivä ja -aika sekä kasvinsuojeluaineen tyyppi.*

- Kirjanpitovelvoite koskee kaikkia myönnettyjä lentolevityslupia, joten se olisi hyvä kirjata tässä esitettyä laajemmin, mahdollisesti omaksi pykäläkseen. MMM, Ruokavirasto ja Tukes pitäisivät kirjaa myöntämistään luvista.*

### **5 momentti**

*Maa- ja metsätalousministeriön asetuksella tulisi säätää kasvinsuojeluaineiden levitykseen käytettävän miehittämättömän ilma-aluksen vaatimuksista, lentolevityssuunnitelmaa ja lentolevitystä koskevaa ilmoitusmenettelyä koskevista yksityiskohdista, käytännöistä, rajoituksista ja aikatauluista.*

[21 §](#) Kasvinsuojeluaineen lentolevityksen edellytykset

Sen lisäksi, mitä 20 §:n 2 momentissa ja 20 a §:n 2 momentissa säädetään, kasvinsuojeluaineen lentolevityksen edellytyksenä on, että:

1) ihmisten terveyteen ja ympäristöön kohdistuvat vaikutukset ovat pienemmät verrattuna kasvinsuojeluaineen levitykseen maasta;

2) käytettävä kasvinsuojeluaine on hyväksytty lentolevitykseen;

3) lentolevityksen toteuttajalla on voimassa oleva 10 §:ssä tarkoitettu tutkintotodistus;

4) lentolevitys toteutetaan välineellä, joka on testattu 12 §:n 2 momentin mukaisesti.

**5) Puitedirektiivin mukaan lentolevityksiä tarjoavan toimijan on oltava kasvinsuojeluaineiden lentolevityksessä käytettävän kaluston ja ilma-alusten lupia myöntävän toimivaltaisen viranomaisen sertifioitu.**

- **Yllä oleva on suoraan puitedirektiivistä. Pohdittavaksi, onko kasvinsuojeluinlaissa tarpeen viitata muun lainsäädännön vaatimuksiin, jotka koskevat lentolevitystä. Esimerkiksi kasvinsuojeluaineita levitettäessä miehittämättömän ilma-aluksen käyttäjän eli droneoperaattorin tulee olla rekisteröitynyt Traficomien rekisteriin UAS-operaattoriksi ja toiminnasta on tarvittaessa tehtävä ilmailusäädösten mukainen riskinarviointi.**

#### 22 § Kasvinsuojeluaineen lentolevityksen toteuttaminen

Kasvinsuojeluaineen lentolevitys on suoritettava erityistä huolellisuutta noudattaen ja siten, ettei siitä aiheudu vaaraa ihmisten tai eläinten terveydelle tai kohtuutonta haittaa ympäristölle.

Lentolevityksestä **20 §:n 2 momentin mukaan** on hyvissä ajoin ennen levitystä ilmoitettava elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselle, kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle ja terveydensuojeluviranomaiselle sekä kunnaneläinlääkärille. **Lentolevityksestä miehittämättömällä ilma-aluksella 20 a §:n 1 momentin mukaan** on hyvissä ajoin ennen levitystä ilmoitettava elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselle. Lentolevitys suoritetaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen valvonnassa.

- **Harkittavaksi valvontaa koskeva muutosehdotus ”Lentolevitystoiminnan valvonnasta vastaa elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus.”**

Tarkemmat säännökset lentolevityksessä noudatettavasta menettelystä sekä levityksestä tehtävistä ilmoituksista **ja aikatauluista** annetaan maa- ja metsätalousministeriön asetuksella.

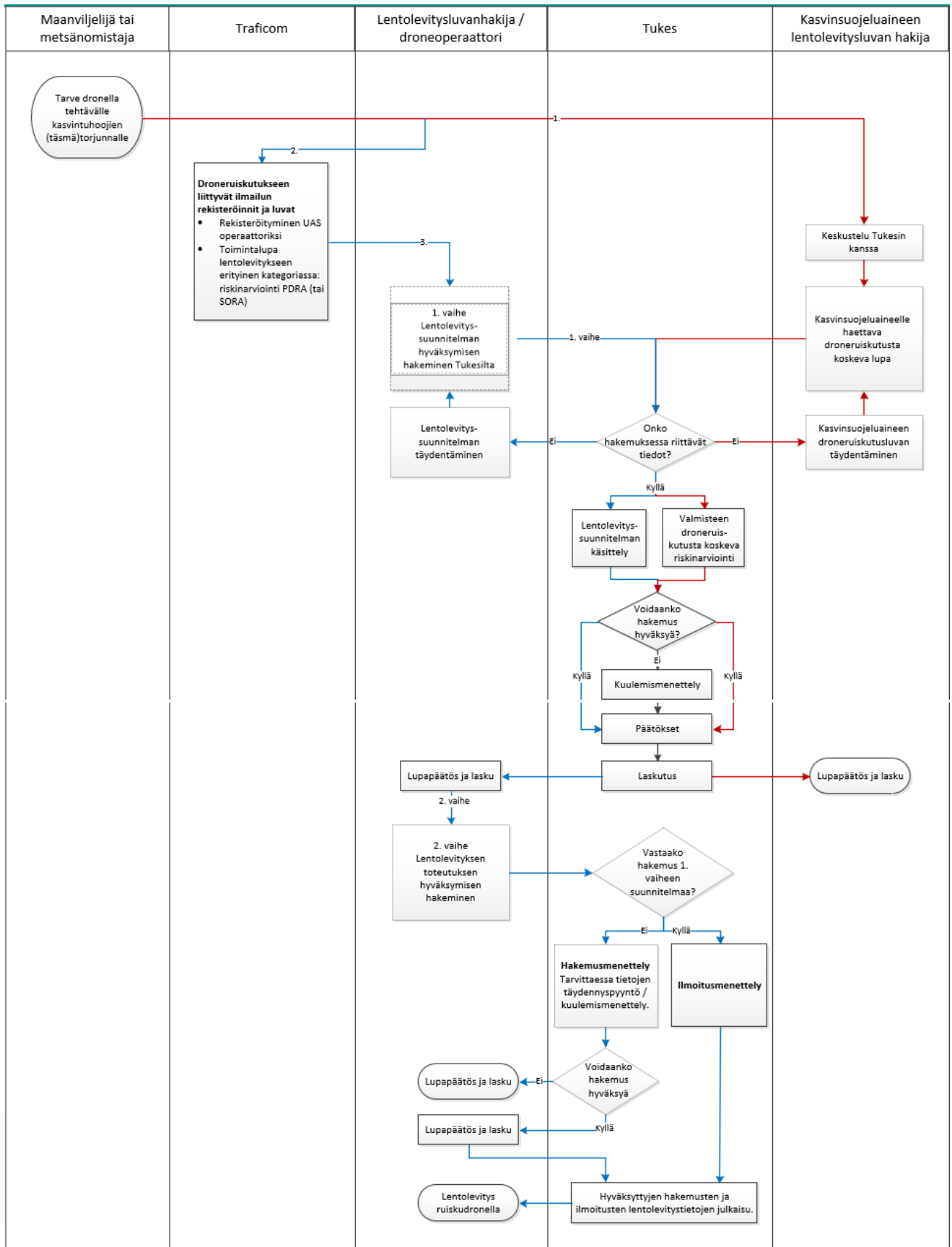
## 2.2. Prosessikuvaus

Droneruiskutuksen hyväksymiseen liittyvä prosessi koostuu kolmesta osasta.

1. **Kasvinsuojeluaineelle haettava droneruiskutusta koskeva lupa.** Käytettävän kasvinsuojeluaineen lentolevitystä koskevat riskit pitää arvioida ja valmisteen ja käyttökohteen pitää olla hyväksytty lentolevityskäyttöön.
2. **Ilmailun luvat.** Droneruiskutus vaatii rekisteröitymisen Traficomien UAS-rekisteriin ja toimintaluvan erityinen-kategoriassa. Ilmailuun liittyvät riskit arvioidaan erityinen-kategorian ehtojen mukaisesti.
3. **Poikkeuslupa kasvinsuojeluaineen lentolevitykseen** ruiskudronella.

Lupaprosessin eri vaiheissa viranomaiselle saapuva hakemus tarkastetaan ja hakijalta voidaan pyytää prosessin eri vaiheessa täydennyksiä ja lisäselvityksiä hakemuksen käsittelyyn tarvittavien tietojen saamiseksi. Ennen luvan ratkaisua siitä tehdään hallintolain (2003/434) 34 §:n mukainen kuuleminen, mikäli lupapäätös poikkeaa hakemuksesta. Hakemus päätetään kuulemisen jälkeen. Kuulemisessa hakija voi vielä toimittaa lisätietoa.





Kuva 2. Droneriskutukseen liittyvän lupakokonaisuuden prosessikuvaus.

Droneruiskutuksen lupaprosessi alkaa tunnistetusta tarpeesta droneruiskutukselle; esimerkiksi maanviljelijällä tai metsänomistajalla on tarve kasvintuhoojien täsmätorjunnalle dronella. Edellytyksenä droneruiskutuksen toteutukselle on, että lentolevitys tehdään luotettavalla ruiskudronella. Ruiskudronea koskevia vaatimuksia on käsitelty tarkemmin kappaleessa 6.

### *1. Kasvinsuojeluaineelle haettava droneruiskutusta koskeva lupa*

Kasvinsuojeluaineen droneruiskutuslupa voi olla koetoimintalupa tai muuhun käyttöön hyväksytylle valmisteelle voidaan hakea käyttöohjeen muutos, jossa käyttötavaksi lisätään droneruiskutus. Hakija voi olla koetoimintaluvan tapauksessa esimerkiksi tutkimuslaitos, koetoimintalaitos, kasvinsuojeluaineen myyntiluvan haltija, droneoperaattori tai neuvontajärjestö. Koetoimintalupaa voidaan hakea Suomessa hyväksymättömälle valmisteelle. Koetoimintaluvan saaneita valmisteita ei ole saatavilla markkinoilla yleisesti. Lupaa voidaan hakea myös Suomessa jo hyväksytylle valmisteelle, jolloin sille haetaan aiemmin hyväksymätöntä käyttökohteetta. Koetoimintaluvan haltija valitsee kyseiseen käyttökohteeseen ruiskutettavat alueet torjuntakohteen esiintymisen perusteella. Käyttöohjeen muutosta käyttötavan osalta hakisi myyntiluvan haltija ja valmiste olisi normaalisti saatavilla markkinoilla.

Lupatyypistä riippumatta luvanhakijan on todistettava luotettavien tutkimustulosten ja riskinarvioinnin perusteella, että kasvinsuojeluaineen droneruiskutuksesta aiheutuvat riskit ihmisten terveydelle ja ympäristölle ovat vähäisemmät kuin perinteisellä levitystavalla.

Tukes arvioi valmisteen dronelevityksestä aiheutuvat erityiset terveys- ja ympäristöriskit tapauskohtaisesti hakijan toimittamien aineistojen perusteella. Luvan käsittelyvaiheessa hakijalta voidaan pyytää lisätietoja. Tällä hetkellä ei ole olemassa hyväksyttyä riskinarviointimenetelmää, joten hakijan toimittamat tiedot on arvioitava soveltaen. Toistaiseksi droneruiskutus on mahdollista hyväksyä vain koetoimintaan. Hakemus voidaan hyväksyä vain, jos riskit ovat hyväksyttävällä tasolla. Koetoimintaluvassa riskejä voidaan hallita tavanomaista vaativammilla riskinhallintamenetelmillä, kuten riittävän pitkällä suojaetäisyyksillä. Kasvinsuojeluainevalmisteen droneruiskutuslupaa koskeva päätös toimitetaan tiedoksi hakijalle. Hakijaa laskutetaan Tukesin hinnaston mukaisesti, mikä vaatii Tukesin maksuasetuksen päivittämisen.

### *2. UAS-operaattoriksi rekisteröityminen ja toimintalupa erityinen -kategoriassa*

Droneoperaattori rekisteröityy Traficomien rekisteriin UAS-operaattoriksi. Erityinen-kategorian toimintalupaa varten operaattori toimittaa Traficomiin droneruiskutusta koskevan riskinarvioinnin (SORA *Specific Operations Risk Assessment* tai PDRA *Pre-Defined Risk Assessment*). Hakija voi tehdä riskinarvioinnin itsenäisesti tai käyttää tarjolla olevia konsulttipalveluita. Traficom käsittelee riskinarvion ja hakemuksen sekä tekee päätöksen hakijan toimittamien tietojen pohjalta. Traficom laskuttaa droneoperaattoria voimassa olevan hinnastonsa mukaisesti.

### *3. Droneruiskutusta koskeva kaksivaiheinen poikkeuslupa*

Torjunta-aineiden kestävä käytön puitedirektiivissä (128/2009/EY)<sup>3</sup> mainittu toimivaltainen viranomaisen droneruiskutukseen liittyvissä lupa-asioissa olisi ehdotuksemme mukaan Tukes. Lentolevityksen poikkeusluvassa on suunnittelu- ja toteutusvaihe (kuva 3). Puitedirektiivin lentolevitystä koskevan artiklan 9 kohdan 4 mukaan ammattimaisen käyttäjän tulee esittää Tukesille **a) lentolevityssuunnitelman hyväksymistä koskeva hakemus**. Toteutusvaiheessa hakija toimittaa Tukesille hyväksytyyn lentolevityssuunnitelman mukaisen **b) lentolevitystä koskevan hakemuksen** hyvissä ajoin ennen toteutusta. Hakemuksen on sisällettävä merkittävät muutokset, jotka koskevat lentolevityssuunnitelmassa

<sup>3</sup> Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/128/EY yhteisön politiikan puitteista torjunta-aineiden kestävä käytön aikaansaamiseksi. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:309:0071:0086:FI:PDF>.

toimitettuja tietoja. Puitedirektiivi mahdollistaa lentolevityspyynnön käsittelyn ilmoitusluontoisesti (art 9, kohta 4, momentti 2).

### 3 a) Lentolevityssuunnitelman hyväksymistä koskeva hakemus ja sen käsittely Tukesissa

Lentolevityssuunnitelman hyväksymistä koskevaan hakemukseen on sisällytettävä puitedirektiivin artiklan 9 kohtien 2 ja 3 vaatimukset:

1. Droneruiskutus on turvallisempi ihmisille ja ympäristölle.
2. Kasvinsuojeluainevalmisteella on lupa lentolevitykseen.
3. Lentolevityksen tekijällä on kasvinsuojelututkinto.
4. Ilmailun luvat ovat kunnossa, eli selvitys UAS operaattoriksi rekisteröitymisestä ja toimintaluvasta kasvinsuojeluaineen lentolevitykseen erityinen kategoriassa (PDRA tai SORA) Traficomilta.
5. Erityiset riskinhallintatoimet sivullisten suojelemiseksi; levitystä ei saa tehdä asuinalueiden läheisyydessä.
6. Ruiskussa on paras mahdollinen tekniikka tuulikulkeuman vähentämiseksi.

Lentolevityssuunnitelmaa koskevaan hakemukseen on lisäksi sisällytettävä alustavat tiedot ruiskutuksesta käytännössä: levityssajankohdasta sekä käytettävistä kasvinsuojeluaineista, käsiteltävistä kasveista ja käsittelyalueesta. Hakemuksessa on oltava edellä mainittujen asioiden lisäksi

- Erityiset levitysvaatimukset, joiden osalta lentolevitys voidaan sallia, esim. sääolosuhteista tuulen voimakkuuden, valoisuuden ja sateen vaikutus lentolevitykseen.
- Suunnitellut toimenpiteet asukkaiden ja sivullisten varoittamiseksi hyvissä ajoissa sekä ympäristön suojelemiseksi ruiskutettavan alueen läheisyydessä.
- Tieto käytössä olevan droneruiskun testauksesta (puitedirektiivi<sup>3</sup> artikla 8) tai että ruiskun ostopäivästä on alle 5 vuotta.

Tukes käsittelee hakemuksen ja tarvittaessa pyytää hakijalta lisätietoja. Tukes arvioi, täytyvätkö lain edellytykset ruiskudronella tehtävän kasvinsuojeluaineen lentolevitystä koskevan poikkeusluvan myöntämiselle. Jos hakemus voidaan hyväksyä, Tukes kuvaa luvassa ehdot ja aikataulut, joilla lentolevitystä ruiskudronella saa tehdä. Tukes toimittaa hakijalle päätöksen ja laskuttaa hinnastonsa mukaisesti, mikä vaatii Tukesin maksuasetuksen päivittämisen.

## Lentolevityssuunnitelman hyväksyttäminen

Hakija: **levityssuunnitelman hyväksymistä koskeva hakemus**, jossa liitteenä todisteet siitä, että edellä mainitut kohdat 1-6 täyttyvät.

## Lentolevityksen hyväksyttäminen

Hakija: **lentolevitystä koskevassa hakemuksessa** toimitettava ajoissa tiedot alustavasta levityssajasta sekä käytettävien kasvinsuojeluaineiden määristä ja tyypistä.

→ Mahdollisuus hyväksyä ilmoitusluontoisesti

Kuva 3. Droneruiskutusta koskeva poikkeusluvan hakuprosessi on kaksivaiheinen.

### *3 b) Lentolevitystä koskevan hakemuksen käsittely Tukesissa*

Kun lentolevityssuunnitelma on hyväksytty, lentolevityksen toteuttaja eli droneoperaattori hakee hyväksymistä lentolevityksen toteutukselle. Jäsenvaltiot voivat säätää, että sellaiset hyväksytyt levityssuunnitelman mukaista lentolevitystä koskevat hakemukset, joihin ei saada vastausta toimivaltaisten viranomaisten määräämässä ajassa, on katsottava hyväksytyiksi. Tämä prosessin osa on mahdollista ja järkevää tehdä ilmoitusluontoiseksi. Tukes voi evätä luvan, jos lentolevitystä koskevassa hakemuksessa on merkittävä poikkeama hyväksytystä lentolevityssuunnitelmasta, esimerkiksi aiempaa reilusti suurempi pinta-ala tai suunnitellusta poikkeava kasvinsuojeluaine. Tukes julkaisee hyväksytyä lentolevitystä koskevat tiedot [tukes.fi](https://www.tukes.fi) -verkkosivustolla.

## 2.3. Kustannusvaikutukset

Kasvinsuojeluaineiden lentolevityksen lupamenettely vaatii useiden viranomaisten yhteistyötä ja valvontaa. Ilmailuun liittyvät UAS-rekisteröinti ja lupamenettelyyn liittyvä riskinarviointi ovat olemassa olevaa käytäntöä, eivätkä aiheuta uuden toiminnan perustamiskustannuksia. Kasvinsuojeluaineen lentolevityslupaan liittyvä riskinarviointi sen sijaan vaatii Tukesilta uuden opettelua, sisäisten toimintatapojen ja ohjeiden luomista sekä olemassa olevien ohjeiden soveltamista ja voi sitä kautta aiheuttaa lisäkustannuksia. Lupamenettelyyn kuuluva riskinarviointi ja muu viranomaistyö on mahdollista järjestää kustannusvastaavasti Tukesin tarpeen mukaan päivitettävän hinnaston mukaisesti.

## 2.4. Ohjausryhmän kommentteja

Projektin ohjausryhmään kuuluivat edustajat maa- ja metsätalousministeriöstä, Traficomista, Luonnonvarakeskuksesta, VTT:stä, Kasvinsuojeluteollisuus ry:stä, Puutarhaliitto Ry:stä ja Tukesista. Projektin aikana järjestettiin kaksi ohjausryhmän kokousta. Ohjausryhmä tukee projektin esitystä dronepoikkeusluvan myöntämisestä ensisijaisesti koetoimintakäyttöön, joka tässä vaiheessa todettiin turvallisimmaksi vaihtoehdoksi. Kasvinsuojeluaineiden levittämiseen dronella liittyy paljon osa-alueita, joista tietoa ei ole vielä riittävästi. Koetoiminta, tutkimus ja innovaatiot koetaan tärkeiksi ja lainsäädännön muutos on tarpeen; tosin kansallinen ratkaisu on monimutkainen ja lienee väliaikainen. Selvityksen lainsäädäntömuutosehdotus koskee laajemmin poikkeuslupamenettelyä ilman käyttökohderajauksia, mutta käytännössä tiedon ja riskinarviointimenetelmien puute estää tällä hetkellä muun kuin koetoiminnan. Kasvinsuojeluteollisuuden näkökulmasta valmistajilla ei ole erityistä intressiä hakea valmisteille droneruiskutuslupia vain Suomeen, jos muualla Euroopassa lainsäädäntö ei edisty.

Toiveissa on, että EU-tason lainsäädäntökehitys antaisi jatkossa laajemmat mahdollisuudet ruiskudronejen käyttöön kasvinsuojelussa. Tavoitteena on, että droneruiskutus tarkasteltaisiin puitedirektiivissä erillisenä kokonaisuutena irrallaan helikopteri- ja lentokonelevityksestä. Suomen on tärkeä viedä viestiä poliittisella tasolla ja EU-tason työryhmissä komission edustajille, että ruiskudroneja koskeva sääntelyä olisi päivitettävä ja droneruiskutusta koskevia vaatimuksia olisi kohtuullistettava. Lisäksi tarvittavat kulkeumaa koskevat tiedot olisi saatava käyttöön ja Euroopan elintarviketurvallisuusviranomaisen EFSA:n olisi kehitettävä droneruiskutuksen riskien arviointiin soveltuvat työkalut mm. terveyden ja ympäristön altistumisen mallintamiseen. Projektin pääviesti on esitelty komission ja jäsenmaiden edustajille puitedirektiivin muutostyön yhteydessä käydyissä keskustelutilaisuuksissa 25.2.2021.

### 3. Voimassa oleva lainsäädäntö

Ruiskudronejen käyttö kasvinsuojeluaineiden levitykseen on Suomessa kielletty<sup>4</sup>. EU:n komissio tulkitsee dronet ilma-aluksiksi<sup>5</sup> ja kieltää kasvinsuojeluaineen levityksen ilma-aluksesta torjunta-aineiden kestäväen käytön direktiivillä 128/2009/EY. Direktiivin mukaan poikkeuksia voidaan myöntää, mikäli riskit terveydelle ja ympäristölle ovat vähäisemmät kuin tavanomaisilla levitysmenetelmillä. EU:ssa ruiskudroneen käyttöä tutkitaan mm. Ranskassa ja Saksassa. Tukesin tekemässä kyselyssä EU-jäsenmaille selvisi, että useassa maassa on tunnistettu dronejen kasvinsuojelukäytön potentiaali.

#### 3.1. Droneruiskutus on lentolevitystä, direktiivissä poikkeussäännökset

EU komissio kannanotossaan<sup>6</sup> katsoo, että kasvinsuojeluaineiden levitys miehittämättömällä ilma-aluksella eli dronella on lentolevitystä. Edelleen komissio katsoo, että jäsenmaat voivat sallia droneruiskutuksen puitedirektiivin artiklan 9(2) poikkeuslupamenettelyn mukaan, kun tarkoituksena on kehittää kasvinsuojeluaineiden droneruiskutusta täsmäviljelyssä. Tällaiseen käyttöön annettuja poikkeuslupia pitää valvoa. Lentolevitystä tehtäessä terveys- ja ympäristöriskien pitää olla maasta käsin tehtävää levittämistä pienemmät.

Torjunta-aineiden kestäväen käytön puitedirektiivin mukaan kasvinsuojeluaineiden lentolevitys tulee kieltää. Lentolevitys voidaan sallia poikkeustapauksissa, jos muita vaihtoehtoja ei ole saatavilla tai jos lentolevityksen vaikutukset ihmisten ja ympäristön terveyteen ovat pienemmät kuin maasta käsin ruiskutettaessa. Lentolevitystä hakevan toimijan pitää hakea lupa hyvissä ajoin ja sisällytettävä hakemukseen alustavat tiedot ruiskutusajankohdasta ja käytettävästä valmisteesta. Käytettävän kasvinsuojeluaineen riskit lentolevityskäytössä tulee arvioida ja valmisteen tulee olla hyväksytty lentolevityskäyttöön.

Lentolevityksessä riskienhallintakeinona tulee käyttää parasta mahdollista tekniikkaa tuulikulkeuman vähentämiseksi sekä toimenpiteitä asukkaiden ja sivullisten suojelemiseksi. Lentolevityksen tekijän tulee suorittaa kasvinsuojelututkimus ja lentolevitystä tarjoavan yrityksen pitää olla ilmailuviranomaisen sertifioima. Toimivaltaisen viranomaisen on täsmennettävä toimenpiteet asukkaiden ja sivullisten varoittamiseksi hyvissä ajoin sekä ympäristön suojelemiseksi ruiskutettavan alueen läheisyydessä. Viranomaisten on pidettävä kirjaa lupahakemuksista ja luvista sekä saatettava yleisesti saataville tiedot ruiskutettavasta alueesta, ruiskutusajankohdasta sekä levitettävästä kasvinsuojeluaineesta.

#### 3.2. Laki kasvinsuojeluaineista

Kasvinsuojeluaineista annetun lain<sup>4</sup> mukaan kasvinsuojeluaineen levitys ilma-aluksesta on kielletty. Lentolevitys voidaan sallia vain kahdenlaisissa poikkeustapauksissa. Lain mukaan poikkeuslupa voidaan myöntää kasvintuhoojien torjumiseksi kasvinterveyden suojelemisesta annetun lain<sup>7</sup> nojalla, jolloin luvasta päättää Ruokavirasto. Poikkeuslupa voidaan myöntää myös metsätuhojen torjunnasta annetun lain<sup>8</sup> nojalla metsäpuihin kohdistuvien laajojen metsätuhojen torjumiseksi biologisella torjunta-aineella, jolloin Suomen metsäkeskuksen esityksestä luvasta päättää maa- ja metsätalousministeriö. Lentolevityksestä on annettu

<sup>4</sup> Laki kasvinsuojeluaineista 1563/2019. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20111563>.

<sup>5</sup> EC DG Sante 2017, Ref. Ares(2017)6111366 - 13/12/2017, Application of pesticides by drones, Directive 2009/J28/EC on the Sustainable Use of Pesticides (SUD).

<sup>6</sup> Euroopan komissio 2017: Application of pesticides by drones, Directive 2009/J28/EC on the Sustainable Use of Pesticides (SUD). Ref. Ares(2017)6111366 - 13/12/2017.

<sup>7</sup> Laki kasvinterveyden suojelemisesta 702/2003. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2003/20030702>.

<sup>8</sup> Laki metsätuhojen torjunnasta 1087/2013. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2013/20131087>.

maa- ja metsätalousministeriön asetus<sup>9</sup>, jossa säädetään lentolevityksessä noudatettavasta menettelystä ja lentolevityksistä tehtävistä ilmoituksista.

Droneruiskutuksiin tulisi soveltaa kasvinsuojeluaineista annetun lain pykälää kasvinsuojeluaineen lentolevityksen edellytyksistä (21§) ja lentolevityksen toteuttamisesta (22§) päivitettyinä kappaleessa 2.1. ehdotetuilla kohdilla. Maa- ja metsätalousministeriön asetukseen lentolevityksestä tulisi lisätä yksityiskohtaisemmat menettelyt droneruiskutuksen toteuttamiseen. **Olisi mielekästä arvioida ja toteuttaa droneruiskutukseen liittyvät vaatimukset siten, ettei pienimuotoiseen käsittelyyn vaadita suhteettoman suuria ennakkotoimenpiteitä. Nykyisen lainsäädännön puitteissa tämä ei ole helppoa, mutta puitedirektiivin muutos tuonee tähän helpotusta.**

### 3.3. Kasvinsuojeluaineelle droneruiskutuslupa koetoiminnan kautta

Koetoimintalupa on sujuva tapa hankkia tietoa kasvinsuojeluaineiden droneruiskutuksen käyttökelpoisuudesta ja menetelmälle asetettavista rajoituksista. Suomessa saa käyttää vain Tukesin hyväksymiä kasvinsuojeluaineita. Jos kasvinsuojeluainetta tai sen käyttökohdetta ei Suomessa ole hyväksytty käyttöön, luvanhakija voi hakea koetoimintalupaa, missä tarkoituksena on selvittää, soveltuuko valmiste/käyttökohde käytettäväksi Suomen ympäristössä ja suomalaisella viljelytekniikalla. Koetoimintalupa mahdollistaa tarvittavien selvitysten tekemisen. Koetoimintalupa tarvitaan myös, jos koe tehdään hyväksytyllä valmisteella uudella käyttökohteella.

Suomessa ei ole tällä hetkellä hyväksyttyä kasvinsuojeluainevalmistetta lentolevityskäyttöön. Koetoimintalupaa voidaan käyttää droneruiskutuksen testaamiseen hyväksymättömän valmisteen tai hyväksymättömän käytön perusteella.

Kasvinsuojeluaineista annetussa laissa Tukesille on annettu oikeus myöntää lupa tutkimus- ja kehitystarkoituksiin suoritettaviin kokeisiin, jotka edellyttävät hyväksymättömän kasvinsuojeluaineen päästämistä ympäristöön. Koe- ja tutkimustoimintaa koskevat tarkemmat vaatimukset on annettu Maa- ja metsätalousministeriön asetuksessa 9/2012<sup>10</sup> kasvinsuojeluaineita testaavien laitosten hyväksymisestä sekä koe- ja tutkimustoiminnasta.

Lain sanamuoto ei kata kaikkia EU:n kasvinsuojeluaineasetuksen tapauksia, sillä kasvinsuojeluaineasetuksen (EY N:o 1107/2009) artiklassa 54 mainitaan hyväksymättömän kasvinsuojeluaineen päästäminen ympäristöön sekä *kasvinsuojeluaineen luvaton käyttö*. Droneruiskutuksen koetoiminnan varmistamiseksi on tarpeen pohtia sitä, pitääkö lakiin täsmentää koe- ja tutkimustoiminnan kohteeksi myös luvaton käyttö, mitä kasvinsuojeluaineen lentolevitys ruiskudronella tulkintamme mukaan on.

Valmisteen koetoimintalupaan tai valmisteen käyttöohjeisiin voidaan asettaa erilaisia ehtoja ympäristön ja terveyden suojelemiseksi. Droneruiskutukselle käyttökelpoisia rajoituksia olisivat esim. käyttökohde- ja aluerajaukset, rajattu lentokorkeus, vallitsevan tuulen maksimiarvo sekä suojaetäisyydet vesistöön, asutukseen ja yleiseen tiestöön. Soveltuvien osin voitaisiin noudattaa maa- ja metsätalousministeriön asetuksessa nro 8/2012 esitetyt rajoituksia lentolevitykselle tai tarpeen vaatiessa voidaan asetuksen vaatimuksia päivittää paremmin vastaamaan droneruiskutustapauksia.

---

<sup>9</sup> Maa- ja metsätalousministeriön asetus 8/2012 kasvinsuojeluaineen lentolevityksestä.

<https://finlex.fi/fi/viranomaiset/normi/2012/39162>

<sup>10</sup> Maa- ja metsätalousministeriön asetus 9/2012 kasvinsuojeluaineita testaavien laitosten hyväksymisestä sekä koe- ja tutkimustoiminnasta <https://finlex.fi/fi/viranomaiset/normi/2012/39163>

### 3.4. Miehittämättömään ilmailuun liittyvät säädökset

Miehittämätöntä ilmailua koskeva lainsäädäntö on murroksessa. Siirtymäajan jälkeen viimeistään 1.7.2021 mennessä sovelletaan EU:n täytäntöönpanoasetusta (EU) 2019/947<sup>11</sup>. Droneruiskutukset voitaneen tehdä erityinen -kategorian edellytysten mukaisesti, jolloin tarvitaan toimintalupa. Lupa voidaan myöntää hakijan tekemän SORA-riskinarvioinnin (*Specific Operations Risk Assessment*) perusteella. Riskinarvioinnissa voi hyödyntää myös ennalta määriteltyjä PDRA-riskiarvioiteja (*Predefined Risk Assessment*). Riskinarvioinnissa arvioidaan toiminnasta aiheutuvat maa- ja ilmariskit sisältäen mm. laitteiston toiminnan luotettavuuden arvioinnin. Jos ruiskutettava alue on kaukana ihmisistä ja lentokentistä, niin toimintaluvan saanti hyvin suunnitellulle droneruiskutustoiminnalle olisi todennäköisesti ilmailun näkökulmasta mahdollista.

Täytäntöönpanoasetuksen artiklassa 6 mainitaan, että toiminta tulee suorittaa sertifioitu-kategoriassa, jos toimintaa harjoitetaan kuljettaen vaarallisia aineita, joista voi onnettomuuden sattuessa aiheutua kolmansille osapuolille suuri riski. Sertifioitu-kategoria edellyttäisi järeitä vaatimuksia käytettäville laitteille ja koko lentotoiminnalle. Vaarallisilla aineilla tarkoitetaan ilmailun yhteydessä miehittämättömän ilma-aluksen hyötykuormassa kuljetettavia aineita tai esineitä, jotka voivat aiheuttaa vahinko- tai onnettomuustapauksessa vaaraa terveydelle, turvallisuudelle, omaisuudelle tai ympäristölle, mukaan lukien erityisesti seuraavat<sup>12</sup>:

- a. Räjähteet (massaräjähdysvaara, sirpalevaara, vähäinen räjähdysvaara, suurpalovaara, räjähdysaineet, erittäin epäherkät räjähteet)
- b. Kaasut (syttyvä / syttymätön / myrkyllinen kaasu, happi)
- c. Syttyvät nesteet (syttyvät nesteet, polttoaine, polttoöljy, bensiini)
- d. Syttyvät kiinteät aineet (syttyvät kiinteät aineet, itsestään syttyvät kiinteät aineet, kosteina vaaralliset)
- e. Hapettavat aineet ja orgaaniset peroksidit
- f. Myrkylliset ja tartuntavaaralliset aineet
- g. Radioaktiiviset aineet
- h. Syövyttävät aineet
- i. Muut vaaralliset aineet ja esineet, sisältäen ympäristölle vaaralliset.

Listassa mainittujen ominaisuuksien perusteella monet kasvinsuojeluaineet itsessään eivät aiheuta ilmailun näkökulmasta riskiä, jonka pohjalta toiminta tulisi olla sertifioitu-kategoriassa. Kun kasvinsuojeluaineista rajataan pois listan mukaiset valmisteet, toimintaa on mahdollista tehdä erityinen-kategorian ehtojen mukaisesti. Lisäksi ruiskutettavat valmisteet laimennetaan ruiskutusliuokseksi, jolloin laimennoksessa vaaraluokitus ei välttämättä ole sama kuin tiivisteessä. Ilmailuun liittyvät riskit arvioidaan kuitenkin tapauskohtaisesti, joten arviota toiminnan sijoittumisesta eri kategorioihin ei voi etukäteen varmasti sanoa. Tarvittaessa toiminnasta aiheutuvia riskejä voidaan vähentää riskinhallintamenetelmillä.

## 4. Mahdolliset käyttötapaukset Suomessa

Projektin aikana toteutettiin pienimuotoinen sidosryhmätyöpaja 22.4.2021. Työpajassa keskusteltiin ruiskudronejen mahdollisista käyttökohteista. Keskustelun näkökulmana oli se, mitkä käyttökohteet olisivat ensimmäisiä, joihin ruiskudroneja todennäköisesti käytettäisiin. Dronejen todettiin soveltuvan nykyisin jo

<sup>11</sup> Komission täytäntöönpanoasetus (EU) 2019/947 säännöistä ja menetelmistä miehittämättömien ilma-alusten käytössä <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX:32019R0947>.

<sup>12</sup> International Civil Aviation Organization ICAO Doc 9284, Technical Instructions for the Safe Transport of Dangerous Goods by Air, edition 2017-2018, ISBN 978-92-9258-034-6, 1056 s.

moniin maataloustöihin, kuten kylvämiseen, kasvintuhoojien ja kasvuston kunnan tarkkailuun sekä lannoittamiseen. Keskusteluista nousi esiin seuraavat käyttökohteet kasvinsuojeluaineiden ruiskutuksessa:

- Metsätalouden kohdennetut toimet: hirvikarkotteen levitys taimikoihin
- Golfkentillä pienten, hajallaan olevien alueiden ruiskutuksiin ja talvituhosienten torjunta
- Puutarhaviljelmät yleisesti
- Pesäkekäsittelyt, kuten hukkakauran täsmätorjunta, ohdakkeen ja valvatin kohdennettu torjunta, jossa optimoitu käyttöajankohta suhteessa kasvuston säilymiseen sekä juolavehnan torjunta tuleentuneesta viljasta
- Hedelmätarhoilla pienten pinta-alojen käsittely, tarkempi osuvuus latvustoon
- Vadelmaviljelysten ruiskutus ylhäältä päin
- Mansikkaviljelyksillä drone on ehkä nopeampi, mutta olisiko yhtä tarkka kuin riviruiskutus?
- Rivivälikasvit
- Kosteiden kasvupaikkojen käsittely (esim. perunaruton torjunta)

Keskustelussa ehdotetut käyttökohteet ovat tässä vaiheessa hypoteettisia. Lupanäkökulmasta riskit arvioidaan aina valmiste- ja käyttötapauskohtaisesti. Esimerkiksi ympäristön kannalta liian laaja-alaisia käyttötapauksia ei voida hyväksyä.

Ehdotetut käyttökohteet ovat linjassa keväällä 2020 järjestetyn laajemman työpajakeskustelun kanssa. Tuolloin visioitiin myös tulevaisuutta, jossa herkillä sensoreilla varustetut tarkkailudronet tarkkailisivat kasvustoa ja tarkkailutulosten pohjalta kasvinsuojelutoimista vastaisivat autonomiset droneparvet tai drone- ja isäntätraktoriyhdistelmät.

Projektin työpajassa keskusteluissa nousi esille myös sammalen torjunta katoilta ruiskudronen avulla. Sammalen torjunta on tällaisessa tapauksessa eliöntorjunta-aineen eli biosidin<sup>13</sup> levittämistä. Biosideja säätelee eri lainsäädäntö. Biosidien levitys ruiskudronella ei ole mahdollista Suomessa, sillä droneruiskutuksen riskejä ei ole arvioitu eikä droneruiskutus ole käyttöohjeissa hyväksytty levitystapa.

#### 4.1 Olennaista on vertailukohde

Ruiskudronejen mahdollisia käyttökohteita arvioitaessa olennaista on tunnistaa se, mihin käyttötapaukseen droneruiskutusta vertaa. Lupamenettely tulee olemaan käyttötapauskohtainen ja terveys- ja ympäristöriskejä arvioitaessa käyttötapauksista verrataan aina olemassa oleviin käytäntöihin. Seuraavassa kappaleessa on tarkasteltu käyttötapauksia eri puolilta maailmaa. Niissäkin tapauksissa perinteiselle käyttökohteelle on eri syistä lähdetty hakemaan parempaa ratkaisua - näkökulmana voi olla ruiskutettavan alueen hankala saavutettavuus traktoriruiskulla, reppuruiskuttajien työturvallisuuden parantaminen, miehitettyillä ilma-aluksilla tehtävän lentolevityksen korvaaminen turvallisemmalla ja ympäristöstävällisemmällä vaihtoehdolla, tuulikulkeuman vähentäminen verrattuna ilma-avusteiseen puiden ja pensaiden ruiskuun jne.

Droneruiskutuksen käyttöönoton alkuvaiheessa voi olla helpompaa hyväksyä käyttöön vähäriskisiä tai biologisia valmisteita. Esimerkiksi Ranskassa droneruiskutuksen koetoinnassa on sallittua käyttää vain luomutuotantoon hyväksytyjä valmisteita. On kuitenkin muistettava, että luomutuotantoon on Suomessa hyväksytty myös valmisteita, jotka esimerkiksi voivat ärsyttää hengityselimiä, ihoa tai silmiä. Luomutuotantoon hyväksytty valmiste ei ole automaattisesti haitaton valmiste.

---

<sup>13</sup> Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2021: Biosidit. <https://tukes.fi/kemikaalit/biosidit> käyty 7.5.2021.



## 5. Ruiskudronejen käyttö EU-jäsenmaissa ja maailmalla

Alla on läpileikkaus Tukesin EU-jäsenmaille vuonna 2020 tekemän kyselyn tuloksista ja sen jälkeen tilannekatsaus vuodelta 2021 muutamista jäsenmaista ja maailmalta. Tämän kappaleen tiedot perustuvat viranomaisten välisiin sähköpostiviesteihin, ellei toisin ole mainittu.

### 5.1. Tukesin kysely EU-jäsenmaille 2020

Tukes kysyi Euroopan Unionin komission torjunta-aineiden kestäväen käytön puitedirektiivin työryhmän jäseniltä kokemuksia droneruiskutuksista keväällä 2020. Työryhmän osallistujamaista 12 vastasi, mukaan lukien Norja. Jäsenmaissa ruiskudronejen käyttö on herättänyt kiinnostusta, mutta toisaalta muutamassa maassa ruiskudronejen käytöstä ei ole käyty keskustelua. Jäsenmaissa on tunnistettu, että droneruiskutustekniikka kehittyy nopeasti ja soveltuu erityisesti täsmäviljelyn tarpeisiin. Ruiskudroneja on käytetty joissain maissa biosidien ja biostimulanttien levityksessä. Muutamissa jäsenmaissa on tehty tai tekeillä tutkimusta dronejen käytöstä kasvinsuojelussa:

- Ranskassa tutkitaan ruiskudronejen käytön hyötyjä verrattuna maasta käsin tehtävään ruiskutukseen. Tavoitteena on parantaa työterveyttä ja vähentää työtapaturmia. Käyttötapausena ruiskudroneilla on viinitarhat ja banaaniviljelmät jyrkillä vuorenrinteillä.
- Luxemburgissa kolmevuotisen kokeen jälkeen todettiin, että droneruiskutusten tehokkuus on samaa luokkaa kuin helikopterilevityksissä, mutta ei yhtä hyvä kuin traktoriruiskutuksissa.
- Saksassa tutkitaan droneruiskutusta täsmäviljelyssä hedelmäviljelyssä ja ruiskutuksen tehokkuutta ja kattavuutta viininviljelyssä sekä droneruiskutuksen tuulikulkeumaa.
- Suomessa ja Portugalissa tutkimus on keskittynyt kasvintuhoojien tunnistamiseen dronejen avulla.

Kasvinsuojeluaineiden levitys ruiskudroneilla on kielletty 11 jäsenmaassa ja Norjassa, mutta keskustelu lainsäädäntömuutoksesta on aloitettu muutamissa jäsenmaissa:

- Unkarissa lainsäädäntömuutos oli työn alla.
- Luxemburgissa ruiskudroneja ei tulkita ilma-aluksiksi ja ne ovat jo käytössä.
- Espanjassa työryhmä keskustelee toimintatavoista ja hyväksymisen ehdoista niin, että toimivaltaiset viranomaiset voisivat myöntää poikkeuslupia lentolevityskieltoon.
- Ranskassa kolmevuotisen projektin lopputulosten pohjalta voi tulla tarve tehdä muutoksia lainsäädäntöön.

### 5.2. Espanja

Espanjassa lainsäädäntö kieltää lentolevityksen ja sallii sen vain poikkeustapauksissa puitedirektiivin mukaisesti<sup>14</sup>. Droneilla on tätä nykyä mahdollista tehdä ruiskutuksia. Droneruiskutuksien vaatimuksia on tarkennettu ohjeistuksessa, jotka koskevat droneruiskutusten ilmailulainsäädäntöä, kasvinsuojeluaineen lentolevitystä koskevaa hyväksyntää ja ruiskudronen testausta<sup>15</sup>. Droneruiskutuksen tekijän on rekisteröidyttävä kasvinsuojelun ammattilaisrekisteriin (ROPO)<sup>16</sup> ja käytävä 90 tunnin koulutus, joka kattaa

---

<sup>14</sup> Real Decreto 1311/2012, de 14 de septiembre, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios. <https://www.boe.es/buscar/pdf/2012/BOE-A-2012-11605-consolidado.pdf>.

<sup>15</sup> Ministerio de Agricultura, Pesca e Alimentación ja Agencia Estatal de Seguridad Aeria 2018: Nota informativa - Tratamientos aéreos con drones con productos fitosanitarios. [https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/180816notainformativatratamientosaereoscondrones--aesa\\_tcm30-57933.PDF](https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/180816notainformativatratamientosaereoscondrones--aesa_tcm30-57933.PDF).

<sup>16</sup> Ministerio de Agricultura, Pesca e Alimentación ja Agencia Estatal de Seguridad Aeria 2021: Registro oficial de productores y operadores de medios de defensa fitosanitaria (ROPO) <https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/productos-fitosanitarios/ropo/>.

lentolevitystä koskevat erityiset vaatimukset. Droneruiskutusta koskevia koulutuksia on jo tarjolla<sup>17</sup>. Ruiskudrone on rekisteröitävä levitysvälinerekisteriin (ROMA)<sup>18</sup> ja testattava säännöllisesti (ITEAF)<sup>19</sup>. Ilmailulainsäädäntö (AESAs) velvoittaa pilotin / yrityksen rekisteröitymään ja käymään ammattimaiselle droneoperaattorille suunnatun 60 tunnin koulutuksen. Koulutukset ovat maksullisia. Espanjassa lainsäädäntö toimeenpannaan itsehallintoalueittain, mikä voi johtaa alueellisiin eroihin droneruiskutuksia koskevissa lisäehdoissa ja lupaprosesseissa.

### 5.3. Ranska

Ranskassa kasvinsuojeluaineiden lentolevitys on kielletty, mutta biosidejä voi levittää ruiskudroneilla. Ruiskudronejen käyttöä kasvinsuojeluaineiden levityksessä on toivottu erityisesti viini- ja banaaniviljelmillä jyrkillä vuorenrinteillä. Kolmevuotinen droneruiskutuksen koetoiminta jyrkillä vuorenrinteillä (>30 %) hyväksyttiin lailla (lain 2018/938 artikla 82<sup>20</sup>). Lain mukaan maatalous-, terveys- ja ympäristöministeriöiden tulee hyväksyä yksittäiset koejärjestelyt. Koetoiminnan hyväksymisprosessi, koesuunnitelma ja turvallisuusvaatimukset on kuvattu ministeriöiden asetuksessa<sup>21</sup>. Koetoiminnan tulee täyttää myös muut dronejen käyttöä koskevat lainsäädäntövaatimukset. Vuonna 2020 Ranska oli vastaanottanut ensimmäiset lupahakemukset valmisteiden levitykseen ruiskudronella. Luvat myönnettiin viinin- ja banaaniviljelyyn, mutta ruiskudroneja käytettiin vain viiniviljelmillä. Kokeissa oli sallittua käyttää vain luomutuotantoon hyväksyttyä valmistetta. Tutkimusta on tehty myös ruiskuttamalla värjättyä merkkiainetta.

### 5.4. Norja

Norjassa ruiskudroneja voi käyttää koetoiminnassa ja yleisemmin lentolevitystoiminnalle on mahdollista hakea lupaa jyrkille vuorenrinteille. Lentolevityskäyttöön on aiemmin hyväksytty muutamia valmisteita, ja niitä on levitetty esimerkiksi helikoptereilla. Droneruiskutuksen koetoimintaa saa tehdä korkeintaan 200 m päässä lähimmästä asutuksesta ja julkisten alueiden läheisyydessä ruiskutuksista on ilmoitettava hyvissä ajoin varoituskylteillä. Norjassa on tunnustettu, että ruiskudronejen tuulikulkeuma on vähäisempi verrattuna helikopteriruiskutuksiin. Sen sijaan ruiskudrone ei ole parempi vaihtoehto verrattuna puomiruiskuihin. Ruiskutustekniikassa on olennaista saada vähennettyä tuulikulkeumaa, että ruiskudroneja voitaisiin laajemmin käyttää peltoviljelyssä.

---

<sup>17</sup> Iberfdrone 2021: Curso Piloto Aplicador Fitosanitario Aéreo. <https://iberfdrone.es/piloto-aplicador-fitosanitario-aereo-drone/>

<sup>18</sup> Ministerio de Agricultura, Pesca e Alimentación 2021: Registro de maquinaria agrícola, <https://servicio.mapama.gob.es/regmaq/buscar.wai>.

<sup>19</sup> Ministerio de Agricultura, Pesca e Alimentación 2021: ITEAF: Inspección de Equipos de Aplicación de Productos Fitosanitarios. <https://www.eurocontrol.es/inspeccion-reglamentaria/servicios/iteaf-inspeccion-de-equipos-de-aplicacion-de-productos-fitosanitarios/>.

<sup>20</sup> Article 82 - LOI n° 2018-938 du 30 octobre 2018 pour l'équilibre des relations commerciales dans le secteur agricole et alimentaire et une alimentation saine, durable et accessible à tous (1). [https://www.legifrance.gouv.fr/loda/article\\_lc/LEGIARTI000037549189/2018-11-02](https://www.legifrance.gouv.fr/loda/article_lc/LEGIARTI000037549189/2018-11-02).

<sup>21</sup> LégiFrance 2019: Arrêté du 26 août 2019 relatif à la mise en œuvre d'une expérimentation de l'utilisation d'aéronefs télépilotes pour la pulvérisation de produits phytopharmaceutiques. <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000039191505/>.

## 5.5. Saksa

Saksassa on sallittua levittää kasvinsuojeluaineita ilma-aluksella poikkeusluvalla jyrkillä vuorenrinteillä viiniviljelyssä ja metsätaloudessa puiden latvaosien ruiskutuksissa. Peltoviljelyssä lentolevitys ei ole sallittua<sup>22</sup>. Droneruiskutus on lentolevitystä, joten käyttökohterajoitukset koskevat sitä yhtä lailla.

Droneruiskutuksessa käytettävien kasvinsuojeluaineiden luvituksesta vastaa neljä liittovaltion viranomaista: Kuluttajansuoja- ja elintarviketurvallisuusvirasto (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit BVL) arvioi jäämät ja elintarviketurvallisuuden, Riskinarviointivirasto (Bundesinstitut für Risikobewertung BfR) arvioi työntekijän ja sivullisen riskit, Ympäristöviranomainen (Umwelt Bundesamt UBA) arvioi ympäristöriskit ja Julius Kühn Instituutti (JKI) arvioi biologisen tehokkuuden. Lisäksi JKI testaa levitysvälineiden toimintaa käytännön kokeiden ja teknisten testien avulla ennen kuin levitysväline voidaan hyväksyä käyttöön. Tällä hetkellä on hyväksytty käyttöön kaksi ruiskudronemallia, joilla levitystä saa tehdä. Käytännön kokeet kestävät vähintään vuoden, mikä on osoittautunut ongelmalliseksi yhdistettynä ruiskudronemallien nopeaan kehitykseen.

Useille kasvitautiaineille on haettu lupaa droneruiskutukseen viiniviljelmillä jyrkillä vuorenrinteillä. Droneruiskutuksessa käytettävien valmisteiden terveystarvikien arvioinnissa ongelmaksi on tunnistettu puutteellinen tutkimustieto kasvinsuojeluaineiden pitoisuudesta ilmassa. Arvioinnissa joudutaan käyttämään olemassa olevia tuulikulkeumatietoja maaperässä (ground sediment) korjattuna turvakertoimilla. Odotettavissa on, että Saksassa voidaan hyväksyä ensimmäiset valmisteet droneruiskutukseen vuoden 2021 aikana.

JKI testaa myös kasvinsuojeluruiskujen tuulikulkeumaa ja erilaisten levitystekniikoiden vaikutusta tuulikulkeumaan. Tutkimustuloksista on laskettu pahinta mahdollista vaihtoehtoa kuvaavat tuulikulkeumarvot (basic drift values, 90. persentiili), joihin uutta teknologiaa voidaan verrata. Tulokset on julkaistu erikseen peltokasveille, hedelmäpuille, humalalle ja viiniköynnöksille<sup>23, 24</sup>. Viime vuosina Saksassa on tutkittu ruiskudronejen tuulikulkeumaa viiniviljelyssä ja peltokasvituotannossa. Alustavien tutkimustulosten mukaan droneruiskutuksen tuulikulkeuma on pienempi kuin viiniviljelmillä käytettävien ilma-avusteisten ruiskujen, kun ruiskudronessa on käytössä ilma-avusteiset tuulikulkeumaa vähentävät suuttimet. Helikoptereihin verrattuna ruiskudronejen kulkeuma on selvästi vähäisempi. Peltoviljelyssä sen sijaan ruiskudronejen tuulikulkeuma on suurempi kuin puomiruiskujen tuulikulkeuma. Dronejen käyttö kasvintuhoojien tunnistamisessa ja sen pohjalta tehtävissä pesäkekäsittelyissä mahdollistaisi sen, että peltoviljelyssä saataisiin vähennettyä tuulikulkeumaa turvalliselle tasolle.

Saksassa ruiskudronen painorajoitus tulee todennäköisesti olemaan 150 kg. Tuhohyönteisten torjunta-aineita (insektisidejä) ei ole käytetty viiniviljelyalueiden lentolevityksessä lainkaan tai on käytetty vain mahdollisimman valikoivia valmisteita tai muita torjuntamenetelmiä.

## 5.6. Sveitsi

Sveitsissä on ollut mahdollista käyttää ruiskudroneja viinin- ja hedelmäviljelyssä jyrkillä rinteillä, missä ei ole ollut mahdollista käyttää traktorilla vedettävää tavanomaista ruiskutuskalustoa. Näitä kasvustoja on

---

<sup>22</sup> Bundesministerium der Justiz und Verbraucherschutz 2012: Gesetz zum Schutz der Kulturpflanzen (Pflanzenschutzgesetz - PflSchG) § 18, [https://www.gesetze-im-internet.de/pflschg\\_2012/\\_18.html](https://www.gesetze-im-internet.de/pflschg_2012/_18.html).

<sup>23</sup> Rautmann D., Streloke M., & Winkler R. 2001: New basic drift values in the authorization procedure for plant protection products. Workshop on Risk Assessment and Risk Mitigation Measures (WORMM), vol. 13. 3-141. [https://www.researchgate.net/publication/284496304\\_New\\_basic\\_drift\\_values\\_in\\_the\\_authorization\\_procedure\\_for\\_plant\\_protection\\_products](https://www.researchgate.net/publication/284496304_New_basic_drift_values_in_the_authorization_procedure_for_plant_protection_products).

<sup>24</sup> Rautmann D., Ganzelmeier H., Spangenberg R., Streloke M., Herrmann M., Wenzelburger H.-J. & Walter H.-F. 1995: Studies on the spray drift of plant protection products.

perinteisesti ruiskutettu reppuruiskuilla. Suojaetäisyys ympäristöön ja sivullisiin ovat vastaava 5 m, mitä perinteisillä puiden ja pensaiden traktoriruiskuillakin on. Peltoviljelyssä sekä laajemmin viinin- ja hedelmänviljelyssä droneja on voinut käyttää kevästä 2019 alkaen. Peltoviljelyssä ruiskudronen suojaetäisyys on 20 m. Sveitsissä tutkimuksissa on käytetty tuulikulkeumaa alentavia suuttimia, joilla ruiskutustehokkuus on jäänyt valitettavan alhaiseksi, ja droneruiskutusta suositellaankin käytettäväksi muiden ruiskutusmenetelmien lisänä. Kasvustoon tunkeutuvuutta ja peittävyttä pitää pystyä parantamaan, jolloin ruiskutustehokkuuskin paranee<sup>25</sup>.

Sveitsissä ruiskudronejen käyttö perustuu ennakkohyväksyntäprosessiin. Ruiskudronemalli pitää hyväksyttää ennen kuin kyseisellä mallilla voidaan levittää kasvinsuojeluaineita. Sen jälkeen kyseistä ruiskudronemallia voidaan käyttää ruiskutustyössä. Testaus on samanlainen kuin käytetyn ruiskun testaus: laitteesta testataan sen komponentit, levitystasaisuus sivuttaissuunnassa, dronen käsittelyalusta (droneport) ja navigointi. Navigointikokeessa laitteistosta testataan sen kyky lentää ennakkoon suunniteltu tehtävä. Testi tehdään paikalla, jossa dronen on lennettävä valvottuna tietty rata. Dronesta mitataan myös propellien aiheuttama ilmavirta 10 ja 20 metrin etäisyydellä, jolla mallinnetaan potentiaalista kulkeumaa. Mittaustulosta verrataan ISO 22369 standardin tavanomaisen ruiskun aiheuttamaan ilmavirtaan. Jos dronen aiheuttama ilmavirta on pienempi, katsotaan, että sen aiheuttama tuulikulkeuma ei aiheuta suurempaa kulkeumariskiä kuin muut käytössä olevat menetelmät.

Sveitsi rajoittaa dronejen maksimipainon 150 kg:aan. Raja on asetettu ilmeisesti perustuen vanhentuneeseen ilma-alusten painorajaan. Yli 150 kg painavat ilma-alukset tarvitsivat vanhan ilmailulainsäädännön mukaan lentoluvan (Andreas Herbst 12.4.2021). Sveitsissä ruiskudronemallit testataan kertaalleen ennen hyväksymistä käyttöön ja käytössä olevien ruiskudronejen testausväli on 3 vuotta<sup>25</sup>. Sveitsissä oli vuonna 2020 käytössä 25 ruiskudronea, joilla ruiskutettiin n. 150 ha; vuodelle 2021 odotetaan voimakasta kasvua<sup>26</sup>.

## 5.7. USA

Dronejen käyttö kasvinsuojeluaineiden levityksessä on sallittu USA:ssa Kaliforniassa vuodesta 2015, sittemmin muissakin osavaltioissa. Liittovaltion ilmailuhallinnon (*Federal Aviation Administration FAA*) erilaiset rekisteröinti- ja sertifikaattivaatimukset koskevat ruiskutusta tekevää pilottia, ruiskudronea, ilmailutoimintaa maataloudessa ja kasvinsuojeluaineiden levitystä<sup>27</sup>. Vuonna 2016 pienikokoisia droneja koskevaa lainsäädäntöä uudistettiin, mutta lentolevitystä koskevassa lainsäädäntökokonaisuudessa ruiskudronejen asema on edelleen sekava ja vaatii poikkeuksien soveltamista<sup>28</sup>. USA:ssa ruiskudroneilla korvataan pitkälti lentokoneilla ja helikoptereilla tehtäviä ruiskutuksia. Ruiskudronejen yleistymisen voidaan ajatella vähentävän kasvinsuojeluaineiden kulkeutumista, kun vertailukohteena ovat muut käytössä olleet ilma-alukset.

## 5.8. OECD:n drone/UAV -työryhmä

Ruiskudronejen nopea yleistymisen ja kehitys on johtanut siihen, että OECD:ssä (Taloudellisen yhteistyön ja kehityksen järjestö, *The Organisation for Economic Co-operation and Development*) perustettiin vuonna

---

<sup>25</sup> Apter, N. 2021: The use of drones in Switzerland for PPT applications. Esitelmä Euroopan Unionin komission torjunta-aineiden kestävän käytön puitedirektiivin työryhmän kokouksessa 25.2.2021.

<sup>26</sup> Dubuis P-H. et al 2020: Drones application study in Switzerland. 6th International Akademie Fresenius Conference "Worker, Operator, Bystander and Resident Exposure and Risk Assessment".

<sup>27</sup> Fulton J., Wiegman C., Ozkan E., ja Shearer S. 2020: Spraying with drones – Ohio Ag Net | Ohio's Country Journal. <https://ocj.com/2020/04/spraying-with-drones/>.

<sup>28</sup> Petty, R. Drone use in aerial pesticide application faces outdated regulatory hurdles. Harvard Journal of Law & Technology. [https://jolt.law.harvard.edu/assets/digestImages/Digest\\_Petty\\_Ryan\\_Note\\_Fall17\\_Final.pdf](https://jolt.law.harvard.edu/assets/digestImages/Digest_Petty_Ryan_Note_Fall17_Final.pdf).

2019 torjunta-aineita käsittelevän työryhmän alle projektiluontoinen ruiskudroneja koskeva alatyöryhmä "OECD Working Group Pesticide Drone/UAV Subgroup". Alatyöryhmän tavoitteena oli tunnistaa droneteknologialle tyypilliset riskin luonnehdintaan vaikuttavat ominaisuudet, joita verrataan olemassa oleviin kasvinsuojeluaineiden riskinarviointimenetelmiin. Lisäksi tarkoituksena oli tunnistaa mahdolliset tekniikkaan liittyvät lisävaatimukset ja tietopuutteet sekä esittää menettely riskien hallitsemiseksi. Työryhmä teki kaksi kyselyä viranomaisille, yrityksille ja tutkimusryhmille vuoden 2020 aikana, joissa se kartoitti ruiskudroneja koskevia julkaisuja ja meneillään olevia tutkimuksia. Raportti esiteltiin OECD:n torjunta-aineita koskevan Pesticide-työryhmän kokouksessa heinäkuussa 2021, mutta sitä ei ole vielä julkaistu. Raportin tietoja on myöhemmin mahdollista käyttää mm. tarkasteltaessa ruiskudronea koskevia vaatimuksia.

## 6. Ruiskudronejen laitteistovaatimukset

Kasvinsuojeluruiskujen vaatimuksia käsittelee konedirektiivin (2006/42/EY) laajennus kasvinsuojeluaineiden levitysvälineille 2009/127/EY<sup>29</sup>. Direktiivi vaatii kasvinsuojeluaineen levitysvälineen valmistajan huomioimaan ja varmistamaan levitysvälineen suunnittelussa ohjainlaitteiden toimivuuden, turvallisen täyttämisen ja tyhjentämisen, oikean levitysnopeuden ja kasvinsuojeluaineen levittymisen vain haluttuun kohteeseen. Lisäksi direktiivi vaatii, että levitysväline on voitava puhdistaa, huoltaa ja tarkastaa turvallisesti. Lisäksi levitysvälineessä on oltava merkinnät laitteeseen sopiville suodattimille ja mahdollisuus merkitä käytetty kasvinsuojeluaine levitysvälineeseen. Levitysvälineen valmistajan on tuki huomioitava myös konedirektiivin 2006/42/EY vaatimukset.

Valmistaja voi olettaa levitysvälineensä täyttävän direktiivin vaatimukset, mikäli valmistaja soveltaa yhdenmukaistettuja standardeja. Kasvinsuojeluaineiden levitysvälineille on olemassa yleinen standardi EN ISO 16119-1, joka soveltuu osin myös dronelevitysvälineille. EN ISO 16119-1 ei anna laitetyyppikohtaisia vaatimuksia, ja valitettavasti ruiskudroneille ei ole vielä olemassa yhdenmukaistettua standardia.

Kansainvälisessä standardisointijärjestössä (ISO, *International Organization for Standardization*) on kuitenkin meneillään standardointityö dronejen vaatimusten asettamiseksi. ISO:n työryhmä TC 23/SC 6/WG 25 valmistelee standardisarjaa ISO 23117. Standardointityö on vasta alkuvaiheessa ja kestää noin kolme vuotta, ennen kuin standardit ovat valmiit. Tässä vaiheessa ei vielä ole varmaa, tulevatko uudet standardit soveltumaan myös yhdenmukaistetuiksi standardeiksi. Standardointityössä on päätetty, että dronea ja sen levitysvälinettä käsitellään yhtenä yksikkönä, eli lentolaite kuuluu osaksi levitysvälinettä. Järjestelmistä käytetään nimitystä Unmanned Aerial Spraying System (UASS).

Vaikka standardointityö on kesken, jotain voidaan jo sanoa käsittelyssä olevista kohdista. Tankin tai tankin suojarakenteen on kestettävä putoaminen rikkoutumatta. Tankki tulee suunnitella vaimentamaan loiskumista. Tankissa on oltava paineentasauslaite, joka sallii ilman pääsyn tankkiin, kun ruiskutusneste vähenee. Tankista ei saa päästä valumaan nestettä ulos. Tankin kansi on voitava sulkea ilman työkaluja ja tankki on voitava täyttää ja tyhjentää turvallisesti. Täyttöaukon on oltava standardin ISO 9357 mukainen ja irrotettavissa säiliöissä halkaisijaltaan vähintään 5 cm.

Suuttimissa on oltava tippumisenestoventtiilit, joiden on estettävä tippuminen 1 sekunnin kuluessa ruiskuttamisen lopettamisesta. Suuttimien on taattava tasainen ja tarkoituksenmukainen aineen

---

<sup>29</sup> Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/127/EY direktiivin 2006/42/EY muuttamisesta torjunta-aineiden levityskoneiden osalta. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/ALL/?uri=CELEX:32009L0127>.

levittyminen, mutta niiden ei tarvitse olla aseteltuna tasaisesti. Ulommaisten suuttimien etäisyys ei kuitenkaan saa olla yli 75 % dronen kokonaislevydestä.

Dronen on taattava tasainen levittyminen, joten sen on kyettävä säätämään levitysmäärää suhteessa etenemisnopeuteen siten, että levitetty määrä per käsitelty pinta-ala pysyy vakiona. Lisäksi dronen on pidettävä oikea etäisyys (korkeus) ruiskutettavaan kohteeseen. On tyypillistä, että täyttääkseen tämän vaatimuksen, dronessa on oltava satelliittipaikannusjärjestelmä GNSS (*Global Navigation Satellite System*) järjestelmän lisäksi erityinen anturi korkeuden/etäisyyden mittaamiseen.

Dronen levitystasaisuuden varmistamiseen tarvittavia mittauksia ja menetelmiä tullaan kuvaamaan standardissa ISO 23117-2, josta valitettavasti ei tällä hetkellä ole saatavissa tietoja. Standardin valmistumiseen menee luultavasti vielä yli kolme vuotta. Tässä vaiheessa levitystasaisuus ja kulkeuma joudutaan varmistamaan muilla keinoin.

Ruiskudronen ominaisuuksien kuvaaminen ja standardointi on tärkeää, sillä tätä tietoa tarvitaan suoritettaessa riskinarviota kasvinsuojeluaineen lentolevityskäyttöön. Ruiskudronen ominaisuudet vaikuttavat mm. käyttäjän altistumiseen sekä kasvinsuojeluaineiden tuulikulkeuman arviointiin. Kun riskinarvio perustuu tietynlaisiin oletuksiin kalustosta ja sen suorituskyvystä, on syytä varmistaa, että varsinainen levitys tehdään vastaavalla tai paremmalla kalustolla. Droneille asetettavat minimivaatimukset olisi syytä kirjata esimerkiksi maa- ja metsätalousministeriön asetuksen tai Tukesin antamien ohjeiden tasolla, jolloin voidaan varmistua laitteiden vähimmäistasosta. Rajoituksissa voidaan perustelluissa tapauksissa myös poiketa ISO 23117-1 määräyksistä. Esimerkiksi marjapensaiden ruiskuttamiseen on olemassa kaarevia puomeja, joiden leveys ylittää 75 % dronen kokonaislevydestä. Puomin käyttötarkoitus ja muotoilu perustelee sen, miksi ratkaisu voidaan tiettyssä erityistapauksessa hyväksyä. Poikkeukset tulee tarkastaa haettaessa hyväksyntää kasvinsuojeluaineelle ja poikkeukset tulisi kirjata kasvinsuojeluaineen käyttöohjeeseen.

Ennen lentolevitysluvan myöntämistä droneoperaattorilla on oltava toimintalupa dronen lennätukseen kasvinsuojeluaineen levitystarkoituksessa. EU:n droneja koskevan täytäntöönpanoasetuksen<sup>11</sup> perusteella kasvinsuojeluaineen lentolevitys on vähintään erityinen-kategoriaan kuuluvaa toimintaa, johon tarvitaan lupa. Luvan hakemiseen tarvitaan riskiarvio, joka perustuu joko Euroopan Unionin lentoturvallisuusviraston (EASA, *European Union Aviation Safety Agency*) valmiisiin skenaarioihin, tai hakijan toimittamaan riskiarvioon<sup>30</sup>. Toimintaluvassa käsitellään dronen lentämiseen ja aineiden kuljettamiseen liittyvä riskiä ja niiden arviointi kuuluu Traficomille. Toimintaluvasta aiheutuvat vaatimukset ylittävät monet pelkästään kasvinsuojeluaineisiin liittyvien riskien vaatimukset, kuten esimerkiksi hätäpysäyttämisen ja -laskeutumisen, säiliön suojaamisen ja maksimi (siirto)lentokorkeuden osalta. Tällöin kasvinsuojeluaineisiin liittyvässä riskinarvioinnissa voidaan keskittyä vain kasvinsuojeluaineen käsittelyä ja levittämistä koskeviin asioihin.

Toimintalupaan tarvittavan riskinarvion toteuttaminen ei ole yksinkertaista. Projektissa pidetyssä sidosryhmätyöpajassa selvisi, että toimijoilla on jonkin verran kokemusta toimintalupien hakemisesta erityinen-kategoriassa. Lisäksi selvisi, että tarjolla on konsultointiliiketoimintaa, joka pystyy auttamaan käyttäjiä toimintalupien hakemiseen.

## 7. Käytössä olevien ruiskudronejen testaus

Kasvinsuojeluaineiden lentolevitykselle droneilla ei ole standardeja, jotka koskevat uusien ruiskujen ympäristövaatimuksia ja käytössä olevien levityslaitteiden testausta. Puitedirektiivin ja lain mukaan

---

<sup>30</sup> TRAFICOM Droneinfo, EU:n dronesäännöt <https://www.droneinfo.fi/fi/eun-dronesaaannot>

lentolevityksessä käytettävät kasvinsuojeluaineiden levitysvälineet on testattava. Ruiskudronejen testausstandardia ei toistaiseksi ole valmisteilla, mutta uusia levityslaitteita koskevia vaatimuksia valmistellaan kansainvälisen standardisointiliiton työryhmässä<sup>31</sup>.

Ilma-aluksiin kiinnitettyihin levitysvälineisiin pitää soveltaa olemassa olevia testausohjeita ja -standardeja. Mahdollisuuksien mukaan voidaan hyödyntää SPISE-työryhmän (*Standardised Procedure for the Inspection of Sprayers in Europe*) tekemiä ohjeita levitysvälineiden testaamiseen<sup>32</sup>.

Voimassa olevien testausvaatimusten<sup>33</sup> mukaan ruiskudronet kuuluvat luokkaan F (Ilma-alukseen asennetut levitysvälineet) tai G (muut levitysvälineet), jolloin ne olisi testattava viisi vuotta käyttöönoton jälkeen ja sen jälkeen kolmen vuoden välein. Suomessa ei ole tällä hetkellä soveltuva testausohjetta. Testausta käsittelevistä standardeista voidaan soveltaa standardia EN ISO 16122-1. Muutoin testaus on tehtävä direktiivin 2009/128/EY liitteen 2 mukaan.

Direktiivin liite 2 vaatii testaamaan seuraavat dronen osat:

- Voimansiirron osat. Sähkökäyttöisissä droneissa riittää silmämääräinen tarkastus, että johdot ja liittimet ovat ehjät. Polttomootorikäyttöisissä droneissa on katsottava, että voimansiirron osat ovat suojatut siten, että niihin ei voi osua ruumiinosilla tai vaatteilla. Myös kuumenevat osat on oltava suojattu.
- Pumppu on testattava soveltuvalla virtausmittarilla, jolla saadaan tarkastettua riittävä kapasiteetti, paineen tuotto ja virtauksen tasaisuus. Jos soveltuva mittaria ei ole saatavilla, voidaan testaus suorittaa mittaamalla järjestelmästä paine ja mittaamalla suuttimien tilavuusvirta. Jos paine pysyy tasaisena ja laite saavuttaa suurimman tilavuusvirtansa, on pumppu kunnossa.
- Sekoitusjärjestelmiä ei välttämättä tulla näkemään ruiskudroneissa. Riippuen tulevan standardin ISO 23117 sisällöstä, ei sekoitusta välttämättä tarvita pienissä säiliöissä. Muutoin sekoituksen on oltava havaittavaa.
- Ruiskutusnestesäiliön on oltava ehjä. Säiliössä on oltava paineentasauslaite, tiivis korkki ja nestemäärän ilmaiseva mittari. Tankin on pidettävä neste sisällä, kun täyttä tankkia kallistetaan 45 astetta. Vaatimusten mukaan tankin on kestettävä pudotus.
- Jos valmistaja on asentanut ruiskuun suodattimet tai ISO 23117-1 tulee sellaiset vaatimaan, suodattimien tulee olla ehjät, puhtaat ja valmistajan vaatimusten mukaiset.
- Ruiskun suuttimien tulee olla alkuperäisissä paikoissa eikä ulommaisten suuttimien välinen etäisyys saa olla yli 75 % dronen kokonaisleveydestä.
- Suuttimien tilavuusvirran on oltava  $\pm 15\%$  valmistajan ilmoittamasta nimellisvirtauksesta tai  $\pm 5\%$  keskenään samanlaisista suuttimista.

## 8. Ruiskutusnesteen kulkeuma ympäristöön

Tuulikulkeuma on keskeinen tieto, jota tarvitaan riskiarvion suorittamiseen. Riskinarvioinnissa käytetään yleisesti saksalaisen Julius Kühn Instituutin (JKI) koostamia tuloksia ruiskutyypin tuulikulkeumista eri kasvustoissa; tulokset on koostettu useista tutkimuksista ja laskennassa niistä käytetään 90. persentiiliä,

---

<sup>31</sup> International Organization for Standardization 2014: ISO/TC 20/SC 16 Unmanned aircraft systems.

<https://www.iso.org/committee/5336224.html>.

<sup>32</sup> Standardised Procedure for the Inspection of Sprayers in Europe 2018: Spise Advice. <http://spise.julius-kuehn.de/index.php?menuid=34>.

<sup>33</sup> Maa- ja metsätalousministeriön asetus kasvinsuojeluaineiden levitysvälineille asetettavista vaatimuksista, levitysvälineiden testauksesta ja levitysvälineitä koskevasta riskien arvioinnista <https://www.finlex.fi/fi/viranomaiset/normi/2017/43363>.

jolla kuvataan pahinta mahdollista uhkakuvaa. Tuulikulkeuma mitataan suorittamalla ruiskutus kasvustoon ja mittaamalla maahan kulkeutuneen ruiskutusnesteen määrä eri etäisyyksillä. Mittausmenetelmä on standardoitu standardissa ISO 22866<sup>34</sup>. Koska testauksia on suoritettu erilaisella kalustolla suuret määrät, voidaan tuloksista koostettuja arvoja pitää esityksenä keskivertoruiskun suorituskyvystä tietyssä kasvustossa. Kasvusto, johon neste ruiskutetaan, vaikuttaa jonkin verran tuloksiin, sillä kasvusto sitoo ainetta itseensä ja estää aineen leviämistä. Kasvuston kyky sitoa ruiskutusnestettä vaihtelee kasvuston tiheyden, korkeuden ja kasvatustavan mukaan.

Dronejen tapauksessa ongelmana on, että mittauksia ei ole tehty tai niitä on tehty vain vähän. Näin ei ole vielä muodostunut luotettavaa kuvaa droneruiskutusten tuulikulkeumista eri kasvustoissa. Riskinarvioon tähtääviä mittauksia on tehty lähinnä viiniviljelmille.

Viiniviljelmille tehdyissä tuulikulkeumamittauksissa ruiskudronejen kulkeuma on vertautunut lähinnä ilma-avusteisiin puu- ja pensaskasvien ruiskuihin. Ruiskudronejen tuulikulkeumamittausten tulokset ovat olleet huomattavasti parempia kuin helikopterista tehtävällä ruiskutuksella. Alustavien testien mukaan ruiskudroneilla on saatu jonkin verran huonompia tuloksia kuin puomiruiskuilla.

Tuulikulkeuma on otettava huomioon riskinarvioinnissa ja sen kokonaistuloksen pitäisi olla pienempi tai yhtä suuri kuin perinteisellä menetelmällä. Tuulikulkeuman osuutta riskinarvioinnissa voi pienentää myös muilla keinoin, kuten kasvattamalla suojaetäisyyksiä, vähentämällä ruiskutettavan aineen kokonaismäärää tai soveltamalla puu- ja pensaskasveille tarkoitettujen ruiskujen suojaetäisyyksiä droneruiskutuksessa. Julius Kühn instituutin alustavien tulosten mukaan ruiskudronet vertautuvat ilma-avusteisiin puu- ja pensaskasviruiskuihin viiniviljelmillä, jos käytössä on ilma-avusteiset suuttimet. Peltokasveilla yleisesti tuulikulkeuma on pienempi kuin viiniviljelmillä. Droneruiskutuksen tuulikulkeumasta on mahdollista päätellä, että käyttämällä puu- ja pensaskasviruiskujen suojaetäisyyksiä, tuulikulkeuma olisi näissä käyttötapauksissa alhaisempi.

Tuulikulkeuma ja siihen vaikuttavat tekijät kuuluvat riskinarviointiin. Lisäksi on syytä varmistaa, että ruiskutuksessa käytettävät dronet vastaavat riskinarviossa käytettyjä olettamuksia, kuten suurinta sallittua ruiskutuskorkeutta tai tuulikulkeumaa vähentäviä tekniikoita.

Tuulitunnelissa ruiskudroneilla tehdyissä kokeissa erilaisten suuttimien vaikutus tuulikulkeumaan oli todella merkittävä. Mitä pienempiä pisaroita suutin tuottaa, sitä suuremmaksi tuulikulkeuma voi kasvaa. Yleistäen voi sanoa, että ilma-avusteisten suuttimien tuulikulkeuma oli pienin verrattuna samankokoisiin pyörrekammiosuuttimiin tai perusviuhkasuuttimiin<sup>35</sup>.

Tutkimustulokset kasvinsuojeluaineiden kulkeumasta ympäristöön ovat vaihtelevia. Tutkimuksissa mitattiin ilmakulkeumaa ja laskeumaa maahan ruiskutusalueen ulkopuolelle. Herbst ym. 2020<sup>36</sup> tutkimuksessa neljän erilaisen ruiskudronetyypin aiheuttamat kulkeumat ympäristöön olivat suhteellisen pieniä, eivätkä ne eronneet toisistaan merkittävästi. Ilma-avusteisella suuttimella saatiin vähennettyä merkittävästi

---

<sup>34</sup> ISO 22866:2005 Equipment for crop protection — Methods for field measurement of spray drift  
<https://www.iso.org/standard/35161.html>.

<sup>35</sup> Wang, C., Zeng, A., He, X., Song, J., Herbst, A., & Gao, W. (2020). Spray drift characteristics test of unmanned aerial vehicle spray unit under wind tunnel conditions. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*. 13. DOI: [10.25165/j.ijabe.20201303.5716](https://doi.org/10.25165/j.ijabe.20201303.5716).



kulkeumaa<sup>36</sup> ja vähäisemmän kulkeuman lisäksi levitystasaisuus oli parempi<sup>37</sup>. Kyseisessä tutkimuksessa kuusiroottorinen ruiskudrone päihitti ruiskutusominaisuuksiltaan kahdeksan- ja yksiroottorisen ruiskudronen, kun tarkasteltiin peittävyyttä ja vähäisempää kulkeumaa. Erilaisilla ruiskudronetyypeillä voi kuitenkin olla merkittävää vaikutusta kulkeumaan<sup>38</sup>. Tutkimuksessa ilmakulkeuman ja ruiskutusalueen ulkopuoliselle alueelle laskeuman osuudet ruiskutusnesteestä vaihtelivat muutamasta prosentista jopa neljännekseen. Kyseisessä tutkimuksessa suurin kulkeuma oli ruiskulla, jonka ruiskutuspuomin leveys oli lähes roottorin levyinen, jolloin roottorien aiheuttama ilmapirta vaikuttaa voimakkaammin ruiskutusnesteen levittymiseen ympäristöön. Standardisointityössä ruiskutuspuomin ulommaisten suuttimien väliseksi etäisyydeksi asetettaneen korkeintaan 75 % dronen kokonaisleveydestä, millä on tarkoitus hallita roottorien aiheuttaman ilmapirran vaikutuksia kulkeumaan.

Tuulikulkeumaa voidaan vähentää riskinhallinnan keinoin, esimerkiksi kun käytössä on kiinnite (20–65 % pelkkään veteen verrattuna<sup>38</sup>) tai edellä mainitut tuulikulkeumaa alentavat suuttimet. Käsiteltävän kasvuston korkeus ja tiheys sekä lentokorkeus vaikuttavat kulkeumaan. Tuulikulkeumaa on mitattu myös tuulitunneliolosuhteissa. Kontrolloidussa ympäristössä tuulen nopeus vaikutti eniten tuulikulkeumaan, jonka jälkeen muut vaikuttavat tekijät järjestyksessä olivat lentokorkeus ja pisarakoko. Lisäksi tuulikulkeumaan vaikutti roottorin ilmapirta, mutta suuttimen ruiskutuskulmalla ei ollut vaikutusta<sup>39</sup>. Tutkimuksessa yli 90 % tuulikulkeumasta jäi 8 metrin päähän ruiskutusalueesta, kun ruiskudronella ruiskutettiin viiden metrin korkeudesta tuulen nopeuden ollessa alle 5 m/s<sup>40</sup>.

Dronejen lentosuunta voi vaikuttaa valmisteen epätasaiseen levittymiseen kasvustossa. Ero ruiskutussumun käyttäytymisessä on silmin havaittava ja alustavien tulosten mukaan eteenpäin lennettäessä kasvinsuojeluainetta kulkeutuu kasvustoon enemmän kuin peruuttaessa<sup>41</sup>. Epätasainen levittyminen voi aiheuttaa riskin jäämien ylittymiselle, sivullisten altistumiselle ja suuremmalle kulkeutumiselle läheiseen ympäristöön. Riski ja sen hallintatoimet tulee ottaa huomioon droneruiskutuksen lentosuunnitelmiä tehdessä.

Julius Kühn instituutissa on tutkittu droneruiskutuksen aiheuttamaa tuulikulkeumaa ympäristöön, mutta tuloksia ei ole vielä julkaistu<sup>42</sup>. Alustavien tutkimustulosten mukaan droneruiskutuksessa viiniviljelmillä kulkeuma ympäristöön on suurempi kuin peltokasveilla. Viiniviljelmillä tuulikulkeumaa alentavia suuttimia käytettäessä kulkeuma on alhaisempi kuin perinteisillä puiden - ja pensaiden traktoriruiskuilla. Peltoviljelyssä koko peltopinta-alan käsittelyssä ruiskudronella on vaikea päihittää puomiruiskujen alhaista kulkeumaa.

---

<sup>36</sup> Herbst A., Bonds J., Wang Z., Wang C., Zeng A. & He X. 2020: The influence of Unmanned Agricultural Aircraft System design on spray drift. *Aspects of Applied Biology* 144: 263-270, 2020 International Advances in Pesticide Application.

<sup>37</sup> Wang, C., Herbst, A., Zeng, A., Wongsuk, S., Qiao, B., Qi, P., Bonds, J., Overbeck, V., Yang, Y., Gao, W. & He, X. (2021). Assessment of spray deposition, drift and mass balance from unmanned aerial vehicle sprayer using an artificial vineyard. *Science of the Total Environment* 777 (2021) 146181. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146181>

<sup>38</sup> He X., Wang W., Song J., Wang Z., Wang T., Wang S., Liu Y. & Zeng A. 2018: Drift potential of UAV with adjuvants in aerial applications. *Aspects of Applied Biology* 137: 9-18, 2018 International Advances in Pesticide Application.

<sup>39</sup> Wang, L., Chen, D., Yao Z., Ni X & Wang S. 2018: Research on the prediction model and its influencing factors of droplet deposition area in the wind tunnel environment based on UAV spraying, *IFAC-PapersOnLine*, Volume 51, Issue 17, s. 274-279. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.174>.

<sup>40</sup> Xue X. Y., Tu K., Qin W. C., Lan Y. B., Zhang H. H. 2014: Drift and deposition of ultra-low altitude and low volume application in paddy field. *Int J Agric & Biol Eng*, 2014; 7(4): 23–28. DOI: 10.3965/j.ijabe.20140704.003.

<sup>41</sup> Giles, D.K., Billing, S & Singh W 2018: Remotely piloted aircraft for agricultural spraying: Conclusions from multiple season operations *Aspects of Applied Biology* 137, 2018 International Advances in Pesticide Application, s. 1-8.

<sup>42</sup> Herbst, A. 2021: Spray drift from drones. Esitelmä Euroopan Unionin komission torjunta-aineiden kestävän käytön puitedirektiivin työryhmän kokouksessa 25.2.2021.

## 9. Valmisteiden hyväksyminen dronelevityskäyttöön - riskinarviointinäkökulma

Kasvinsuojeluaineiden riskinarvioinnissa mallinnetaan altistumista kasvinsuojeluaineille ja arvioidaan altistumisen aiheuttamaa vaikutusta ihmisiin, eri eliöihin ja pohjaveteen. Arvioinnissa otetaan tapauskohtaisesti huomioon levitystavan vaikutus altistumiseen ja sitä kautta riskeihin. Droneruiskutuksen aiheuttamien pitoisuuksien arviointiin ei ole laskentamalleja johtuen riittämättömästä tutkimuksesta, joten droneruiskutuksesta aiheutuvia riskejä ei voida vielä arvioida.

Monet droneruiskutuksen levitystasaisuutta, tuulikulkeumaa, ihmisten altistumista ja biologista tehokkuutta koskevat tutkimustulokset eivät suoraan sovellu riskinarviointityöhön ja tieteellisiä julkaisuja on toistaiseksi vähän. Vertaisarvioituista tutkimustuloksista tuleva tieto on riskinarvioinnin peruspilari, eikä riskinarviointi onnistu ilman luotettavia tutkimustuloksia. Droneja koskeva julkaisutoiminta on kuitenkin kasvanut voimakkaasti ja viime vuosien aikana myös maatalousdroneja koskevat julkaisut ovat yleistyneet<sup>43</sup>. Keskeisin puuttuva tausta-aineisto riskinarvioinnissa ovat luotettavat ruiskutusalueen ulkopuolista kulkeumaa koskevat arvot, joita JKI on julkaissut käytössä oleville levitysvälinetyypeille<sup>24, 23</sup>.

EU:ssa käytössä olevat riskinarviointityökalut eivät sisällä mahdollisuutta arvioida droneruiskutuksen aiheuttamia terveys- ja ympäristöriskejä. Laskentamallien kehitys riippuu pitkälti EU-lainsäädännön kehityksestä. EFSA:n olisi kehitettävä laskentamallit droneruiskutuksen tuulikulkeumalle, jotta puitedirektiivi voisi jatkossa mahdollistaa droneruiskutuksen aiempaa laajemman käytön. Nyt riskinarviointi olisi tapauskohtaista ja se pitää tehdä puutteellisten tutkimustietojen ja laskentamallien avulla. Puitedirektiivin päivityksessä EU-tasolla tarkastellaan myös droneruiskutusten mahdollisuuksia tulevaisuudessa.

### 9.1. Terveysriskien arviointi

Kasvinsuojeluaineiden terveysriskien arvioinnissa tarkastellaan valmisteen käsittelyn ja ruiskutuksen eri vaiheita ruiskuttajan, työntekijän, asukkaiden ja sivullisten altistumisen näkökulmasta. Riskinarviointi tehdään EFSA:n ohjeiden<sup>44</sup> mukaisesti EFSA:n laskentamallin avulla, joka laskee altistumisen ihon ja hengitysteiden kautta.

#### *Droneoperaattorin (käyttäjän) altistumisen arviointi*

Käyttäjälle lasketaan altistuminen ruiskutusnesteen sekoitusvaiheessa ja ruiskun täyttövaiheessa (mixing/loading) sekä ruiskutuksen aikana. Laskentamalli sisältää käyttötapaukset ja skenaariot henkilönsuojaimilla ja ilman:

- Matalille peltokasveille
- Korkeille kasveille kuten hedelmäpuut, viinitarhat
- Traktorivetoisella ja itsekulkevalla ruiskulla
- Käsikäyttöisellä ruiskupistoolilla
- Reppuruiskulla
- Erikseen raemaisille kasvinsuojeluaineille

Droneoperaattorin altistumisessa suurin riski on ruiskudronen käsittelyyn, ruiskutusnesteen sekoitukseen, tankin täyttöön ja pesuun liittyvissä työvaiheissa. Ruiskudronen käsittelyyn liittyy vaiheita, joita ei ole perinteisissä ruiskuissa samanlaisina. Markkinoilla olevat ruiskudronet ovat kohtuullisen kookkaita ja

<sup>43</sup> del Cerro, J.; Cruz Ulloa, C.; Barrientos, A.; de León Rivas, J. 2021: Unmanned Aerial Vehicles in Agriculture: A Survey. *Agronomy* 2021, 11, 203. <https://doi.org/10.3390/agronomy11020203>.

<sup>44</sup> EFSA 2014: Guidance on the assessment of exposure of operators, workers, residents and bystanders in risk assessment for plant protection products, *EFSA Journal*, Wiley Online Library. <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2903/j.efsa.2014.3874>.

raskaita. Laitetta nostetaan ja siirretään paikasta toiseen halausotteella. Ruiskutuksen aikana dronen pintaan tarttuu kasvinsuojeluaineen hienojakoista sumua, jolle käyttäjä voi altistua käsitellessään ja siirrellessään laitetta. Lisäksi ruiskutuksen aikana vaihdetaan tai ladataan akkua tai täytetään polttoainesäiliötä.

Halausotteen tyyppiselle altistumiselle ei ole toistaiseksi laskentamallia; tosin reppuruiskun käsittelyvaiheissa lienee jotain yhteneväisyyttä. Joka tapauksessa ruiskudronen käsittelyssä on otettava huomioon normaalista poikkeava altistumisriski ja nostojen ja liikuttelun aikana on käytettävä soveltuvia henkilönsuojaimia tai ruiskudronea on voitava kuljettaa pelto-olosuhteissa esimerkiksi siihen tarkoitukseen soveltuvalla peräkärryllä.

Ruiskudronen ruiskutusnestesäiliö eli tankki on pieni ja sitä täytetään usein. Tankki on irrotettavissa ja se voidaan täyttää tankin ollessa kiinni tai irrotettuna dronesta. Täyttö dronessa paikallaan olevaan tankkiin voi olla käytännössä hankalaa ja tankin suuaukon on oltava siihen tarkoitukseen riittävän suuri. Käyttäjän turvallisuuden kannalta turvallisin vaihtoehto olisi automatisoitu täyttö- ja lataus/akunvaihtoasema. Ruiskudrone olisi hyvä pestä ennen kuin sitä liikutellaan käsin; tankki ja letkusto tulee pestä valmistajan käyttöohjeiden mukaisesti. Pesuveden käsittelyyn tulee kiinnittää huomiota ja se on hävitettävä asianmukaisesti. Tankissa on oltava tyhjennysventtiili.

Sen sijaan ruiskutuksen aikana droneoperaattori ei ole ruiskudronen välittömässä läheisyydessä, vaan ruiskutuksen aikainen altistuminen vertautuu lähiasukkaan tai sivullisen altistumiseen. Olemassa olevia laskentamalleja voitaneen osittain soveltaa ruiskutuksen aikaisen altistumisen arviointiin, joskin droneruiskutuksen lentokorkeus eroaa olemassa olevien laskentamallien oletusarvoista. Ruiskutussumu voi kulkeutua sinne, missä droneoperaattori ohjaa laitetta. Käytännön ruiskutusstilanteessa altistumista voi vähentää siten, että käyttäjä sijoittuu tuulen yläpuolelle.

#### *Työntekijöiden altistumisen arviointi*

Työntekijä voi altistua eri työvaiheissa kasvinsuojeluaineilla käsitellylle kasvustolle. Arvioinnissa otetaan huomioon aika, jonka työntekijä on käsitellyn kasvuston kanssa tekemisissä eri työvaiheissa. Arvioinnissa käytetään oletuksena konservatiivista DFR-arvoa (dislodgeable foliar residue), eli kasvinsuojeluainemäärää, joka jää lehden pintaan heti ruiskutuksen jälkeen. Valmistetehty DFR-tutkimustuloksia voidaan käyttää arvion tarkentamiseen, jos työntekijän altistuminen oletusarvoilla ei ole sallitulla tasolla. Hengitysteiden kautta altistumista arvioidaan lähinnä kasvihuonekäytössä, mikä ei liene ruiskudronejen ensisijainen käyttötapaus.

Ruiskudronen käyttö ruiskutuksessa vaikuttaa jonkin verran siihen, miten ruiskutusneste tunkeutuu ja levittyy kasvustoon. Tutkimuksissa levitystasaisuudessa pelto-olosuhteissa on ollut jonkin verran vaihtelua. Ylhäältä päin tehtävissä droneruiskutuksissa ruiskutusnestettä jää jonkin verran enemmän kasvuston yläosaan verrattuna esimerkiksi viiniviljelmillä käytössä oleviin ilma-avusteisiin ruiskuihin, jotka tunkeutuvat sivulta päin läpi kasvuston<sup>26</sup>. Aineen epätasaisella jakautumisella voi olla vaikutusta työntekijän altistumiseen.

#### *Asukkaiden ja sivullisten altistumisen arviointi*

Asukkaiden ja sivullisten altistumisen arvioinnissa mallinnetaan

1. Iho- ja hengitystiealtistuminen kasvinsuojeluaineen ilmakulkeumalle ruiskutuksen aikana
2. Hengitystiealtistuminen kasvustosta haihtuneelle aineelle (haihtuvuus)
3. Ihon ja suun kautta altistuminen kasvien pinnalla olevalle aineelle
4. Ihoaltistuminen käsitellessä kasvustossa liikkuessa.

Ilmakulkeuman aiheuttamassa iho- ja hengitystiealtistumisessa käytössä ovat skenaariot puomiruiskulle (aikuiset ja lapset) ja ilma-avusteiselle puiden- ja pensaiden ruiskulle (aikuiset). Kasvustosta ruiskutuksen aikana tai sen jälkeen haihtuvan kasvinsuojeluaineen aiheuttamassa altistumisessa ei tarkastella levitystapaa, vaan valmisteen haihtuvuutta, johon levitystavalla ei ole vaikutusta.

Kasvien pinnalla olevalle aineelle altistumisen arvioinnissa tarkastellaan ruiskutusalueen ulkopuoliseen kasvustoon kulkeutuvan kasvinsuojeluaineen määrää. Mallinnuksessa käytetään Julius Kühn instituutin (JKI) arvoja kulkeumalle ruiskutusalueen ulkopuoliseen maahan<sup>24, 23</sup>. Mallissa lasketaan ihoaltistuminen ja pienen lapsen mahdollinen suun kautta tapahtuva altistuminen, jossa lapsi laittaa joko kasvinsuojeluaineella saastuneen käden tai esimerkiksi kasveja suuhunsa. Altistuminen käsitellyssä kasvustossa kulkiessa lasketaan vastaavasti kuin työntekijän altistuminen lyhytaikaisen käynnin aikana.

Edellä mainittuja JKI:n kulkeuma-arvoja<sup>24, 23</sup> ei toistaiseksi ole julkaistu ruiskudronelle. Alustavien tutkimustulosten<sup>42</sup> perusteella droneruiskutuksen aiheuttama kulkeuma ruiskutusalueen ulkopuolelle on alhaisempi kuin ilma-avusteisilla puiden ja pensaiden ruiskuilla, jos dronessa on käytössä tuulikulkeumaa vähentävät ilma-avusteiset suuttimet. Tarkemman tutkimustiedon ja skenaarioiden puuttuessa asukkaiden ja sivullisen altistumisen arvioinnissa voisi olla mahdollista käyttää ilma-avusteisten puiden ja pensaiden ruiskujen mallinnusta, mikä olisi droneruiskutusta konservatiivisempi skenaario.

#### *Käytännöt sivullisten ja asukkaiden suojelemiseksi*

Nykyinen kasvinsuojeluaineiden lentolevitystä koskeva asetus koskee levitystä lentokoneista ja helikopterista. Suojaetäisyys läheiseen asutukseen on asetuksessa vähintään 400 m. Droneja koskevissa ilmailusäädöksissä erityinen-kategorian suojaetäisyys lähimpään asutukseen on 1:1 sallittu lentokorkeus. Avoimessa kategoriassa lentokorkeus on enintään 120 m. Ruiskudronella tehtävissä ruiskutuksissa sallittu lentokorkeus olisi useimmissa tapauksissa hyvin alhainen. Sivullisten ja asukkaiden suojelemiseksi on kuitenkin tarpeen asettaa riittävän pitkät suojaetäisyydet asutukseen ja yleisille teille. Tukes tiedottaa ruiskutusajankohdasta nettisivuillaan ja droneruiskutuksen tekijän tulee tiedottaa sivullisille ja satunnaisille ohikulkijoille levityksestä, jos ruiskutetaan kyseisten alueiden välittömässä läheisyydessä.

## 9.2. Ympäristöriskien arviointi

Kasvinsuojeluaineiden ympäristökäyttäytymisen (*fate*) arvioinnissa mallinnetaan, minkä verran kasvinsuojeluainetta kulkeutuu pintaveteen, pohjaveteen ja sedimenttiin valmisteen haettujen käyttöohjeiden mukaisilla käytöillä. Pintavesikulkeutumisen laskennassa ilmakulkeuma on yksi osa kokonaiskulkeumaa pintavalunnan ja salaojavalunnan lisäksi. Lisäksi riskinarviointia varten lasketaan niveljalkaisten ja pellon ulkopuolisten kasvien altistuminen. Pellon ulkopuolisten niveljalkaisten altistumisen arvioinnissa periaatteena on, että populaatioiden pitää pystyä palautumaan seuraavana kasvukautena. Jatkossa lasketaan myös mehiläisten ja muiden pölyttäjiä altistuminen pellon pientareilla. Julius Kühn Instituutin (JKI) kulkeuma-arvoja<sup>24, 23</sup> käytetään ruiskutusalueen ulkopuolisille alueille aiheutuvien pitoisuuksien laskemiseen.

Kasvinsuojeluaineiden ympäristöriskien arvioinnissa mallinnetaan kasvinsuojeluaineen odotettavissa olevia pitoisuuksia (PEC, *predicted environmental concentration*) FOCUS-skenaarioilla pintavedessä, pohjavedessä ja sedimentissä. Maaperäpitoisuus lasketaan erillisellä laskurilla. Saatujen tulosten avulla arvioidaan käytön vaikutuksia pohjaveden laatuun, lintuihin, nisäkkäisiin, pölyttäjiin, niveljalkaisiin, maaperä- ja vesieliöihin sekä ruiskutusalueen ulkopuoliseen kasvillisuuteen. Pintavesien ja sedimenttien pitoisuuksien mallinnuksessa otetaan huomioon käytössä oleva ruiskutustekniikka, joka vaikuttaa voimakkaasti kasvinsuojeluaineen kulkeumaan ruiskutusalueen ulkopuolelle. Kasvinsuojeluaineen levitystapa ei vaikuta maaperäpitoisuuteen eikä pohjavesipitoisuuteen, joten niitä ei oteta laskentamalleissa huomioon.

Droneruiskutukseen liittyy kasvinsuojeluaineen suurempi kulkeumariski verrattuna esimerkiksi puomiruiskuihin. Droneruiskutuksen ympäristöriskien arvioinnissa on keskeistä arvioida, minkä verran kasvinsuojeluainetta kulkeutuu ruiskutettavan alueen ulkopuolelle ja minkälaisia vaikutuksia kulkeumalla on vesieliöihin, pölyttäjiin ja muihin niveljalkaisiin ja ruiskutusalueetta ympäröivään kasvillisuuteen.

Mallinnuksessa käytettävät JKI:n kulkeuma-arvot<sup>24, 23</sup> on laskettu peltokasveille, hedelmäpuille humalan- ja viininviljelyyn. Hedelmäpuille ja viiniköynnöksille on erikseen aikaisen ja myöhäisen kasvukauden arvot, koska myöhemmin kasvukaudella suurempi lehtipinta-ala sitoo enemmän kasvinsuojeluainetta, mikä vähentää kulkeumaa. Arvot perustuvat tutkimustuloksiin kulkeumasta kyseisille viljelykasveille tyypillisillä kasvinsuojeluaineiden levitystekniikoilla. Lisäksi laskentamallilla voidaan arvioida karkeasti lentolevityksen aiheuttamaa kulkeumaa, mutta se kattaa vain perinteiset helikopteri- ja lentokoneruiskutukset.

### *Pölyttäjien suojele*

Useilla kasvinsuojeluaineilla on mehiläisten suojele lauseke, jossa sallittu ruiskutusajankohta on yöllä. Ruiskudronen käyttö öiseen aikaan voi olla ongelmallista, jos näköyhteys laitteeseen ei säily pimeyden tai sumuisuuden takia<sup>45</sup>.

### *Pistemäisen kuormituksen hallinta*

Kuten edellä terveystarkkailun yhteydessä todettiin, ruiskudronen käsittelyyn liittyy vaihteita, joita ei perinteisissä ruiskuissa samanlaisina ole. Ruiskutusnestesäiliö on pieni ja sitä täytetään tai se vaihdetaan usein. Pelto-olosuhteissa tankin täytössä ja laitteen pesussa pitää kiinnittää erityistä huomiota pistemäisen ympäristökuormituksen hallintaan. Pistekuormituksen hallinnassa turvallisin vaihtoehto olisi automatisoitu täyttöasema, jonka rakenne estäisi pistemäisen kuormituksen ruiskudronen käsittely- ja täyttötilanteissa.

## 9.3. Jäämät ja kuluttajariskien arviointi

Ruiskutussumun levitystasaisuuteen ja viereisen kasvuston jäämäriskeihin tulee kiinnittää huomiota jäämien riskinarvioinnissa. Ruiskudronen käytöllä voi olla vaikutuksia kasvinsuojeluaineiden jäämiin kasvustossa, jos ruiskutussumun levittyminen on kovin epätasaista tai jos valmistetta päätyy viereisille pelloille liian suurina määrinä. Epätasainen levittyminen on erityisen ongelmallista tapauksissa, jossa myytävä tuote on kokonainen kasvi tai hedelmä, kuten kaali tai omena. Yksittäisessä tuotteessa voi olla riski siihen, että hyväksytyt jäämämäärät ylittyvät. Jäämämäärät voivat ylittyä myös silloin, jos kasvinsuojeluainetta kulkeutuu viereiselle lohkolle tavanomaista isompina määrinä. Ruiskutusalueen viereisen kasvuston riskejä arvioitaessa voidaan käyttää apuna esimerkiksi JKI:n kulkeuma-arvoja<sup>24, 23</sup>.

## 9.4. Levitystasaisuus ja biologinen tehokkuus

### *Levitystasaisuus*

Ruiskudronejen levitystasaisuutta on tutkittu jonkin verran ja tulokset ovat vaihdelleet hyvän ja kohtalaisen välillä. Lentokorkeuden lisäksi levitystasaisuuteen vaikuttaa mm. suuttimien ruiskutuskuorma ja suuttimien etäisyys toisiinsa. Droneruiskutuksen periaatteena on ruiskuttaa yhdestä suuttimesta yhteen paikkaan toisin kuin esimerkiksi puomiruiskuissa, joissa levitystasaisuutta saadaan parannettua kahden suuttimen osittain päällekkäin menevällä nesteviuhkalla. Yhden suuttimen varaan laskettu levitystasaisuus on jonkin verran herkempi mm. korkeuden ja tuulennopeuden vaihteluille. Sveitsissä levitystasaisuutta testataan ruiskudronejen hyväksymisen yhteydessä ja mittauksissa levitystasaisuuden vaihtelukerroin on ollut 6–15

---

<sup>45</sup> Giles, D.K., Billing, S & Singh W 2018: Remotely piloted aircraft for agricultural spraying: Conclusions from multiple season operations Aspects of Applied Biology 137, 2018 International Advances in Pesticide Application, s. 1-8.

%<sup>46</sup>. Dronetutkimuksessa voi olla tarpeen määritellä kyseiselle dronelle parhaiten soveltuva ruiskutusleveys, jolla levitystasaisuuden vaihtelukerroin saadaan riittävän hyväksi<sup>47</sup>. Suomessa puomiruiskuilla levitystasaisuuden vaihtelukerroin saa olla enintään 10 %. Reppuruiskuihin verrattuna ruiskudrone on käyttäjälle turvallisempi vaihtoehto, eikä ruiskudronen levitystasaisuus tai ruiskutusnesteeseen kasvustoon tunkeutuvuus eronnut merkittävästi reppuruiskusta USA:ssa tehdyssä tutkimuksessa<sup>47</sup>.

Kasvinsuojeluaineen levitystasaisuuteen vaikuttaa tuulikulkeuman lisäksi myös levitysvälineen levitystapa ja oma tarkkuus. Perinteisessä puomiruiskussa levitystasaisuuteen vaikuttaa levityskorkeus, suuttimien asettelu, suuttimien kunto, ajolinjan oikeellisuus, ajonopeuden tasaisuus ja puomin muodonmuutokset, eli taipuminen. Droneruiskutuksessa vaikuttavat periaatteessa samat asiat, mutta lisäksi on otettava huomioon, että dronea ohjataan muuttamalla sen lentoasentoa.

Ruiskudronen oletetaan käytettävän automaattisessa tai autonomisessa tilassa, jossa drone seuraa itsenäisesti ennakkoon suunniteltua reittiä. Tällä tavoin lennetyn reitin tarkkuus ja oikeellisuus on parempi kuin etäältä käsin tehty ohjaaminen.

Autonomisessa tai automaattisessa tilassa drone luottaa täysin omiin antureihinsa, esimerkiksi reitin ja korkeuden säätämiseen. Tästä syystä dronen ominaisuuden ja käytettyjen sensoreiden, sekä toimilaitteiden ominaisuudet vaikuttavat levitystasaisuuteen. Tästä syystä dronejen levitystasaisuudesta on vaikea muodostaa tarkkaa synteesiä. Joitain yleistä voidaan kuitenkin tehdä. Kevyemmillä droneilla on enemmän vaikeuksia kompensoida esimerkiksi tuulen vaikutusta, jolloin ne joutuvat reagoimaan tuulen vaikutuksiin aggressiivisemmilla asennon muutoksilla.

Levitystasaisuuteen vaikuttaa myös levitettävän aineen määrä sekä levityskorkeus. Ruiskudronet saattavat säätää ruiskutettavan aineen määrää tai ruiskutuksen leveyttä ottamalla käyttöön ja käytöstä pois suuttimia, jolla on vaikutusta ruiskutuskuvioon ja siten aineen levittymiseen.

Pienempiä ainemääriä levitettäessä ja myös korkeammalta tehtävässä levityksessä kasvinsuojeluaineen sijoittuminen kasvustoon on heikompaa kuin perinteisillä ruiskuilla. Pienitehoisilla pumpuilla varustellulla dronella, jolla ruiskutetaan pienempiä ainemääriä, sijoittuminen on myös heikkoa.

### *Biologinen tehokkuus*

Periaatteessa aineen biologinen tehokkuus on sama, jos vaikuttavaa tehoainetta saadaan levitettyä sama määrä samalle alalle. Aineiden vaikutusmekanismeissa on kuitenkin jonkin verran eroja. Esimerkiksi jos tuhohyönteisten torjunnassa käytössä on kosketusvaikutteinen valmiste, voi kasvustoon heikosti tunkeutuva suihku jättää tuhohyönteiset käsittelemättä. Toisaalta esimerkiksi rikkakasvikäsittelyt voivat onnistua vallan mainiosti. Biologisesta tehokkuudesta on ainakin Sveitsissä saatu tuloksia. Viiniviljelmillä helikopteriruiskutuksiin verrattuna ruiskudroneilla on saatu parempi teho, mutta ilma-avusteisiin ruiskuihin verrattuna teho on ollut huonompi.

Jos kasvinsuojeluaineen vaikutusmekanismi on sellainen, että aineen sijoittumisella kasvustoon on merkitystä biologisen tehokkuuden kannalta, tulisi biologinen tehokkuus arvioida droneruiskutuksen näkökulmasta ja mahdollisesti testata. Mahdolliset biologiseen tehokkuuteen vaikuttavat käytön rajoitukset

---

<sup>46</sup> Anken, T. & Waldburger, T. 2020: Working Quality, Drift Potential and Homologation of Spraying Drones in Switzerland. In M. Gandorfer et al. Digitalisierung für Mensch, Umwelt und Tier, Lecture Notes in Informatics (LNI), Gesellschaft für Informatik, Bonn 2020.

[https://dl.gi.de/bitstream/handle/20.500.12116/31872/GIL\\_2020\\_Anken\\_025-030.pdf](https://dl.gi.de/bitstream/handle/20.500.12116/31872/GIL_2020_Anken_025-030.pdf)

<sup>47</sup> Martin, D.E., Singh, V., Latheef, M.A. & Bagavathiannan, M.V. 2020. Spray deposition on weeds (Palmer amaranth and Morningglory) from a remotely piloted aerial application system and backpack sprayer. Drones. 4(3), 59. <https://doi.org/10.3390/drones4030059>.

tulisi määrittää. Esimerkiksi käyttöohjeessa tulisi määrittää ruiskutusnesteen vähimmäislevitysmäärä per hehtaari tai levityskorkeus.

Droneruiskutuksen biologista tehokkuutta verrataan tutkimuksissa usein helikopteriruiskutuksiin ja puiden ja pensaiden ruiskuihin esimerkiksi viiniviljelmillä. Näissä käyttötapauksissa biologinen tehokkuus on ollut samaa luokkaa kuin perinteinen ruiskutustekniikka<sup>41</sup>. Vuonna 2014 julkaistussa tutkimuksessa riisiviljelmillä biologinen tehokkuus oli karkeasti 70–85 %:n välillä<sup>48</sup>. Tutkimuksessa kahdella erilaisella ruiskudronetyypillä paras ruiskutustulos saatiin lentonopeudella 3–4 m/s. Ruiskudronemalli voi vaikuttaa siihen, mikä lentokorkeus on optimaalinen hyvän torjuntatuloksen saamiseksi. Kummallakin ruiskudronella oli optimaalinen ruiskutuskorkeus, jolla ruiskutusnesteen levittyminen kasvustoon ja biologinen tehokkuus olivat parhaimmillaan. Tutkimuksessa riisin tuhohyönteinen *Chilo suppressalis* saatiin torjuttua 85–100 % tehokkuudella<sup>49</sup>. Puuvillan viljelyssä ruiskudronen torjuntateho puuvillakirvaan oli 64 % ja vihannespunkkiin 61,4 %, kun se puomiruiskulla oli vastaavasti 90 % ja 68 %. Heikommasta tehosta huolimatta ruiskudronea käytetään puuvillan kasvintuhoojien torjunnassa, koska droneruiskutus säästää resursseja (vesi, kasvinsuojeluaine, työpanos)<sup>50</sup>.

## 10. Johtopäätökset

Projektin johtopäätöksenä esitetään lainsäädäntömuutosta, joka mahdollistaisi ruiskudronejen käytön kasvinsuojeluaineiden lentolevityksessä poikkeuslupamenettelynä. Toiminta olisi käytännössä mahdollista ensisijaisesti koetoiminnassa. Käytön laajemman hyväksymisen esteeksi tunnistettiin seuraavat asiat, jotka ovat samalla tulevaisuuden kannalta oleellisia kehityskohteita:

- Tekniikka on kehittynyt nopeasti ilman yksityiskohtaisia vaatimustenmukaisuusstandardeja. Markkinoilla oleva laitteisto ei välttämättä täytä kaikkia terveyttä ja ympäristönsuojelua koskevia perusvaatimuksia, jotka koskevat kaikkia kasvinsuojeluruiskuja. Standardointityö nähdään tärkeäksi ja ruiskudronea koskevat standardit helpottavat riskinarviointityötä ja vaatimusten asettamista.
- Ruiskudronen testausstandardia ei ole vielä aloitettu, mutta testaus on mahdollista tehdä olemassa olevia ohjeita soveltaen.
- Droneruiskutukseen käytettävän kasvinsuojeluaineen kulkeutumista ja käyttäytymistä ympäristössä ja siten riskejä ei ole mahdollista arvioida nykyisten laskentamallien avulla. Luotettavaa tutkimustietoa tarvitaan erityisesti käyttäjän, lähiasukkaan ja sivullisen altistumisesta sekä kulkeumasta ympäristöön.
- Droneruiskutuksen levitystasaisuus ja biologinen tehokkuus ovat tutkimuksissa olleet kohtalaista tai hyvää. Nämä vaativat vielä lisää tutkimusta ja tekniikkaa on kehitettävä, jotta levitystasaisuutta ja sitä kautta biologista tehokkuutta voidaan tehostaa.
- EU-tason lainsäädäntökehitys on alkuvaiheessa ja puitedirektiivin päivityksestä käydään parhaillaan keskustelua komission, jäsenmaiden ja sidosryhmien kanssa.

---

<sup>48</sup> He, X., Liu, Y., Song, J., Zeng, A. & Zhang J. 2014: Small unmanned aircraft application techniques and their impacts for chemical control in Asian rice fields. *Aspects of Applied Biology* 122:33-45.

<sup>49</sup> Wang, C., He, X., LIU, Y., Song, J. & Zeng A. 2016: The small single- and multi-rotor unmanned aircraft vehicles chemical application techniques and control for rice fields in China. *Aspects of Applied Biology* 132: 73-81, *International Advances in Pesticide Application*.

<sup>50</sup> Lou Z, Xin F, Han X, Lan Y, Duan T, Fu W. 2018: Effect of Unmanned Aerial Vehicle Flight Height on Droplet Distribution, Drift and Control of Cotton Aphids and Spider Mites. *Agronomy*, 8(9):187.

<https://doi.org/10.3390/agronomy8090187>.

## LIITTEET

LIITE 1. Yhteenveto EU jäsenmaiden ja Norjan vastauksista ruiskudroneja koskevaan kyselyyn, jonka Tukes teki komission torjunta-aineiden kestävän käytön puitedirektiivin työryhmälle keväällä 2020.

Maa	Drone-ruiskutus kielletty	Tunnistetut käyttötarpeet	Olemassa olevat poikkeusluvut lentolevitykseen	Lentolevitykseen hyväksytyt kasvinsuojeluaaineita	Tutkimus	Tulevaisuus
FR	Kyllä	Viinin- ja banaaninviljely jyrkillä vuorenrinteillä	Kolmevuotinen projekti.	Valmisteiden lupahakemukset ovat saapuneet.	Kolmevuotinen <a href="#">tutkimus</a> meneillään	Tutkimushankkeen tulosten pohjalta voidaan tehdä tarvittavia lainsäädäntömuutoksia
LU	Ei	Viininviljely		Kasvitautilien torjuntaan viininviljelyssä.	Kolmevuotinen projekti, droneruiskutuksen tehokkuus on yhtä hyvä kuin helikopterilla tehty, mutta ei yhtä hyvä kuin perinteiset menetelmät.	Droneteknologia kehittyy nopeasti, mikä voi tulevaisuudessa mahdollistaa laajemman käytön.
PL	Kyllä	Metsätalous	Metsätalous	Ei vastattu.	Jonkin verran on tehty tutkimusta aiemmin.	Ei suunnitelmia lainsäädännön muutokselle.
BE	Kyllä	Ei	Ei	Ei	Ei	Ei vastattu.
HU	Kyllä	”Harmaata aluetta”, joka tarvitsee sääntelyä.	Ei toistaiseksi.	Ei	Ei vastattu.	Tarvittava lainsäädäntömuutos on valmistelussa.
CZ	Kyllä	Viininviljely, hedelmätarhat, vihannekset lähitulevaisuudessa.	Ei vastattu.	Ei	Ei vastattu.	EU-tason vaatimusten määrittely ruiskudronejen on tarpeen.
PT	Kyllä	Ei	Ei	Ei	Kasvintuhoojien kaukokartoitustutkimusta maissille ja muille kasveille.	Ei vastattu.
EE	Kyllä	Toistaiseksi ei kysyntää.	Ei	Ei	Ei vastattu	Jos kysyntää on, pitää mahdollista lainsäädäntömuutosta tarkastella.



Maa	Drone-ruiskutus kielletty	Tunnistetut käyttötarpeet	Olemassa olevat poikkeusluvut lentolevitykseen	Lentolevitykseen hyväksytty kasvinsuojeluaineita	Tutkimus	Tulevaisuus
FI	Kyllä	Täsmäviljely, taimikoiden hirvituhojen torjunta.	Laajojen metsätuhojen torjunta ja kasvinterveydelle välittömän uhan aiheuttavien kasvintuhoojien torjunta	Ei	Toistaiseksi ruiskutuskokeita ei ole tehty droneilla. Tutkimusta kasvintuhoojien tunnistamisessa maa- ja metsätaloudessa.	Tutkimusta tarvitaan, lainsäädännön tulisi seurata ruiskudroneiden nopeaa kehitystä.
BG	Kyllä	Ei	Mahdollista vain koetoiminnassa.	Ei	Ei vastattu.	Ei vastattu.
ES	Kyllä	Paljon kysyntää, toistaiseksi ei droneruiskutusta.	Ei	Ei	Keskustelu- ja tutkimusryhmä perustettu julkisille (esim. yliopistot) ja yksityisille yrityksille.	On aika antaa mahdollisuus ruiskudroneille, jotta puitedirektiivin tavoitteet voidaan saavuttaa.
NO	Kyllä	Joitakin kyselyitä		Vaaditaan, mutta ei ole hyväksytty.	Ei vastattu.	Paikalliset kasvinsuojeluruiskujen asiantuntijat ovat skeptisiä droneiden käytölle, koska ne eivät ole riittävän tarkkoja.
DE	Kyllä	Viininviljely jyrkillä vuorenrinteillä ja metsätuhojen torjunta	Poikkeuslupa vain viininviljelyssä jyrkillä rinteillä ja metsäpuiden latvuksista.	Vaaditaan	Kaksi tutkimusta meneillään.	Ei vastattu
SI	Kyllä	Ei	Ei	Ei	Tutkimusta meneillään multispektrikuvantamisen käytöstä kasvinsuojeluainekäsittelyjen tehokkuudesta koetoiminnassa ja kasvustojen kunnan tarkkailussa.	Ei vastattu.