



Roni Palomäki

RPAS-järjestelmän käytettävyys kaupunkiolosuhteissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Maanmittaustekniikka

Insinöörityö

26.8.2022

Tiivistelmä

Tekijä: Roni Palomäki
Otsikko: RPAS-järjestelmän käytettävyys kaupunkiolosuhteissa
Sivumäärä: 24 sivua + 1 liite
Aika: 26.8.2022

Tutkinto: Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: maanmittaustekniikka
Ohjaaja: lehtori Ilkka Partonen

Insinööriyön tavoitteena oli tutkia RPAS-järjestelmän käyttöä eri kaupungeissa. Selvittelen työssä, miten eri kaupungit hyödyntävät dronin eri käyttömuodoissa ja miten uusi lainsäädäntö vaikuttaa kaupungin toimintaan. Tutkimus tehtiin kyselymuodossa.

Työssä käydään läpi, mitä RPAS-järjestelmä pitää sisällään ja kuinka RPAS-järjestelmää käytetään. Droni on RPAS-järjestelmän yksi isoimmista osista, minkä takia työssä käytiin myös läpi, minkälaisia drooneja on olemassa, niiden hyvät puolet ja heikkoudet sekä, mikä droni soveltuu mihinkin tehtävään. Lainsäädäntö vaikuttaa merkittävästi kaupungin dronien käyttöön, ja lainsäädäntö on muuttunut merkittävästi ja tulee vielä muuttumaan. Tämän takia työssä käydään läpi lainsäädännön siirtymäaika ja uusi lainsäädäntö.

Työssä 16 kaupunkia vastasi kyselyyn. Tuloksena kyselyyn selvisi, että monen kaupungin dronien käyttö menee tauolle, koska operaattoreiden pitää käydä lisäkoulutuksissa ja laitteisto ei sovellu tehtäviin.

Avainsanat: RPAS-järjestelmä, droni, lainsäädäntö

Abstract

Author: Roni Palomäki
Title: Availability of RPAS in City Conditions
Number of Pages: 24 pages + 1 appendix
Date: 26 August 2022
Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Land Surveying
Supervisor: Ilkka Partonen, Senior Lecturer

The purpose of the thesis was to study how some cities use remotely piloted aircraft system (RPAS) for various. In addition, an aim was to see, how new legislation would affect the operations.

The first, the thesis looked into the RPAS and its operations. The different parts of the RPAS were included, one of the biggest being the drone. The thesis described the uses of drone and the advantages and disadvantages of drone usage. Furthermore, the legislative changes are about to affect the drone usage. Thus, the new legislation and the transition period were discussed.

Questions about RPAS usage were sent by e-mail to 27 cities, 16 of them replied. The survey showed that, in many of the cities, drone operations would cease because operators need to undergo additional training, and the equipment would not suit the tasks due to the upcoming changes in legislation.

Keywords: RPAS, drone, legislation

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	RPAS-järjestelmä	2
2.1	RPAS-järjestelmän osat	2
2.2	RPAS-tuotantoprosessi	3
2.2.1	Suunnitteluvaihe	4
2.2.2	Tiedonkeruu	6
2.2.3	Aineistonkäsittely	7
3	RPAS-laitteisto	8
3.1	VTOL-tekniikka	8
3.2	Multikopterit	9
3.3	Kiinteäsiipiset ilma-alukset	11
4	Lainsäädäntö	12
4.1	Siirtymäaika	13
4.2	Lainsäädäntö siirtymäkauden jälkeen	15
4.2.1	Avoimen kategorian markkinalainsäädäntö	17
4.2.2	Etätunnistusjärjestelmä	18
4.2.3	Geo-awareness-järjestelmä	18
4.3	Erityisen ja sertifioidun kategorian lainsäädäntö	18
4.3.1	Sertifioidun kategorian lainsäädäntö	19
4.3.2	SORA-riskiarvio	19
5	Kysely ja vastauksien yhteenveto	20
5.1	Kysymykset	20
5.2	Vastausten yhteenveto	21
6	Yhteenveto	22
	Lähteet	23
	Liitteet	
	Liite 1: Kyselyn vastaukset	

Lyhenteet

- BVLOS:** Beyond Visual Line Of Sight. Drooni lentää pilotin ja tähystäjän näköyhteyden ulkopuolella.
- GPS:** Global Positioning System. USA:n puolustusministeriön kehittämä ja rahoittama maailmanlaajuinen satelliittipaikannusjärjestelmä.
- GSD:** Ground Sample Distance. Pikselien keskikohtien välinen etäisyys mitattuna maasta.
- IMU:** IMU:n (Inertial Measurement Unit) avulla määritetään kameran orientointi koordinaatistossa.
- RPAS:** Remotely Piloted Aircraft System. Kauko-ohjatun ilma-aluksen käytön kokonaisjärjestelmä.
- SORA:** Specific Operations Risk Assessment. Riskinarviointimenetelmä, jota käytetään miehittämättömän ilma-alusjärjestelmän toiminnan turvallisuuden arvioimiseen.
- UAS:** Unmanned Aircraft System. Miehittämätön ilma-alusjärjestelmä.
- UAV:** Unmanned Aerial Vehicle. Miehittämätön ilma-alus.
- VLOS:** Visual Line Of Sight. Pilotilla on suora näköyhteys drooniin.
- VTOL:** Vertical Take Off and Landing. Kiinteäsiipinen ilma-alus, joka kykenee nousemaan ja laskemaan pystysuoraan.

1 Johdanto

RPAS-järjestelmä eli Remotely Piloted Aircraft System on kauko-ohjatun ilma-aluksen käytön kokonaisjärjestelmä. Järjestelmä sisältää neljä eri osaa, ja yksi niistä on ilma-alus eli droni. Drooneja on hyödynnetty monissa eri kaupungin maastomittauksissa jo useamman vuoden ajan, mutta nyt tilanne on muuttunut Euroopan unionin kattavan uuden lainsäädännön myötä. Tällä hetkellä on siirtymäaika ja lopullinen lainsäädäntö tulee voimaan 1.1.2024. Lisääntyneen koulutustarpeen ja uuden laitteiston takia kaupunkien on kalliimpaa käyttää droonia kuin aikaisemmin. [1, s. 2.]

Tämän insinööriyön aiheena on RPAS-järjestelmän käytettävyys kaupunkiolosuhteissa. Työssä käydään läpi, mikä RPAS-järjestelmä on, mitä siihen kuuluu, miten koko Euroopan unionin kattava uusi lainsäädäntö on vaikuttanut kaupunkien droonien käyttöön ja miten eri kaupungit hyödyntävät droonia toiminnassaan.

Tutkimuksen tavoitteena oli saada selville eri kaupunkien droni tyypeistä ja käytännön tavoista toimia sekä, miten uusi lainsäädäntö vaikuttaa kaupungin droonien käyttöön. Tutkimus tehtiin kyselymuodossa. Kysely lähetettiin sähköpostilla 27 eri kaupunkiin, joista 16 vastasi. Kyselyssä oli erikokoisia kaupunkeja eri puolilla Suomea.

2 RPAS-järjestelmä

RPAS-järjestelmä koostuu neljästä eri pääosasta: ilma-aluksesta, kauko-ohjajasta, hyötykuormasta sekä maa-asemasta. Maa-asemaan voi olla liitetty tietokone, tabletti tai puhelin, johon ilma-alus lähettää jatkuvasti tietoa ilma-aluksen liikkeistä ja toiminnasta. Tietoja voivat olla esimerkiksi nopeus, suunta ja sijainti. Pilotti ja maa-asema ovat jatkuvassa kaksisuuntaisessa yhteydessä ilma-alukseen, jotta pilotti tietää, kuinka ilma-alus liikkuu ja toimii ilmassa.

RPAS-järjestelmän toimintaan kuuluvat myös erilaiset tietokoneohjelmistot. Tietokoneohjelmistoja tarvitaan lennon monitorointiin, suunnitteluun ja aineistojen prosessointiin. Lentojen suunnitteluun tarkoitettujen ohjelmistojen tehtävä on määrittää droonin lentokuvio, -aika sekä lentonopeus. Ohjelmistosta pystytään määrittämään kuvattavan alueen kuvanottoapaikat sekä kuvauspeittojen suunnittelu. Dronin tuottamaa ilmakuvausaineiston prosessointia varten tarvitaan fotogrammetrinen ohjelmisto. Fotogrammetriset ohjelmat toimivat automaattisesti, ohjelman käyttäjälle jää tehtäväksi maastotukipisteiden ositus kuvilta, blokkitaositukset ja lopputuotteen laadun varmistaminen. Lopputuotteen valmistus on yksinkertaista ja suoraviivaista, jos aineistot ovat kunnossa. [1, s. 2–3.]

2.1 RPAS-järjestelmän osat

Ilma-alus koostuu monesta eri osasta, joita ovat

- runko
- roottorit
- autopilotti

- GPS-paikannusjärjestelmä
- IMU eli inertiajärjestelmä, joka mittaa ilma-aluksen asentoa.
- radiolähettimet, maa-aseman kommunikointiin
- videolinkki
- polttomoottori tai akku
- hyötykuorma. Ilma-aluksiin voidaan kiinnittää monia erilaisia sensoreita, ja oleellisin hyötykuormasta on kamera. Kartoitukseen tarkoitettuja hyötykuormia ovat laserkeilaimet, lämpökamerat ja hyperspektraaliset kamerat.
- teline hyötykuorman kiinnittämiseen ilma-alukseen.
- manuaalinen kauko-ohjauslaite
- kannettava tietokone, johon on ladattu ohjelmistot lentosuunnitelmien tekoa sekä latausta varten, sekä jatkuvasti päivittyvä lentosuunnitelman toteutumisen seuranta. [1, s. 3.]

2.2 RPAS-tuotantoprosessi

RPAS-tuotantoprosessi on jaettu kolmeen eri osaan. Pääosat ovat suunnittelu, tiedonkeruu ja aineistokäsittelyvaihe.

Taulukko 1. RPAS-tuotantoprosessi (Kansallinen maastotietokanta (KMTK) selvitys RPAS-tuotantoprosessista [8, s. 3]

1. Suunnittelu	2. Tiedon keruu	3. Aineiston käsittely
Yleinen suunnittelu ja päätös tiedonkeruumenetelmästä	Maastotuen signalointi ja mittaus	Fotogrammetrinen prosessointi
Luvat, määräykset ja riski- ja turvallisuusarvio	Mittauslennon suoritus	Lopputuotteet: ortokuva, pistepilvi, maastomalli
Kartoitettavaan alueeseen perehtyminen		Aineiston laadunvarmistus
Mittaussuunnitelma		Aineiston jatkokäsittely

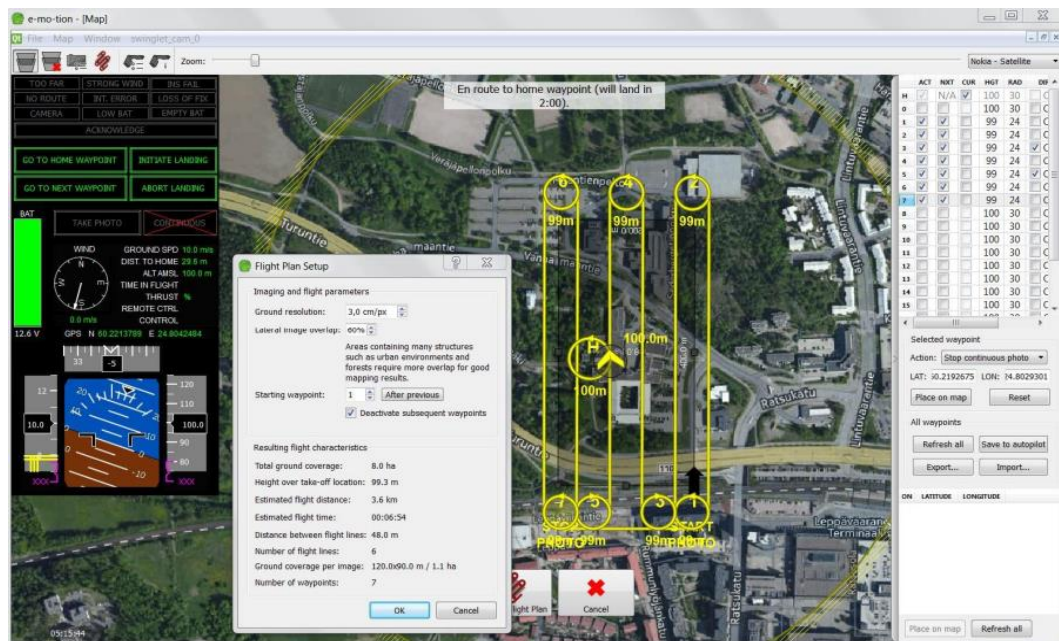
2.2.1 Suunnitteluvaihe

Ensimmäinen vaihe on yleinen suunnittelu, jonka kautta pystytään tekemään päätöksiä siitä, mikä on järkevin tiedonkeruumenetelmä hankkeelle. Päätöksiin vaikuttavia tekijöitä ovat työalueen ja kartoitettavien kohteiden ominaisuudet sekä lopputuotteen tarkkuusvaatimukset. Jos päätös on jatkaa hankkeen toteuttamista RPAS-järjestelmällä, seuraavana vaiheena on tutustua työalueella

tarvittaviin lupiin, määräyksiin ja mahdollisiin riskeihin. Lupaa voidaan joutua pyytämään Traficomilta tai puolustusvoimilta. Lupien jälkeen voidaan laatia tarkemmin mittaussuunnitelmaa, joka pitää sisällään lentosuunnitelman laatimisen, maastotuen suunnittelun sekä sensorin valinnan. Yleisessä suunnitteluvaiheessa käyvät yleensä ilmi lopputuotteen geometriset tarkkuusvaatimukset, esimerkiksi lentokorkeus pitää ottaa huomioon lentosuunnitelmaa laadittaessa. Lentokorkeus vaikuttaa tuotettavan ortokuvan maastoresoluutioon eli GSD:hen, joten lennon parametrit on suunniteltava niin, että saavutetaan haluttu tarkkuus tuotettavalle ortokuvulle. Aineiston absoluuttinen taso- sekä korkeustarkkuus määräytyy aineiston muunnoksesta haluttuun koordinaattijärjestelmään. Työvaihe tehdään maastotukipisteiden avulla. Maastotukipisteiden koordinaatit mitataan maastossa tarkasti, jotta tuotettavasta aineistosta tulee mahdollisimman tarkka. [6, s. 17–18.]

2.2.1.1 Lentosuunnitelma

Ammattikäyttöön tarkoitettulla RPAS-lentolaitteen mukana tulee ohjelmisto, jonka avulla voidaan luoda lentosuunnitelma. Lentosuunnitelma ladataan laitteen autopilottiin. Lentosuunnitelmaan on laitettu kuvattavan alueen pituuspeitto, sivuttaispeitto sekä lentokorkeus, jonka autopilotti kuvaa lentosuunnitelman mukaan (kuva 1). [10, s. 11.]



Kuva 1. Esimerkki lentosuunnitelmasta [10, s.11].

2.2.2 Tiedonkeruu

Työmaalle tultaessa on varauduttava suunnitelman muutoksiin, vaikka työ olisi suunniteltu huolellisesti. Lopullinen päätös RPAS-järjestelmän käytöstä tehdään vasta työmaalla. Tiedonkeruussa tärkeintä on huolehtia turvallisesta toiminnasta sekä selkeistä toimintamalleista virheiden ja riskien minimoimiseksi. Ennen lennolle lähtöä tulee olla selvitettyinä lähtöpaikan sijainti, maastotukiverkoston luonti ja mittaus, mittauslaitteiston valmistelu ja varmistus laitteiden kunnosta. Lennon aikana tärkeitä vaiheita ovat jatkuva ilma-alueen ja ilmatilan tarkkailu, laitteiston tietojen tarkkailu (esim. akku), nousu lentokorkeuteen, lentosuunnitelman toteutus ja laskeutuminen. [6, s. 18–19.]

2.2.3 Aineistonkäsittely

Nykyaikaiset aineiston käsittelyohjelmat ovat varsin automatisoituja, eikä käyttäjän tarvitse tehdä prosessoinnin aikana kuin yksi työvaihe. Käyttäjälle jää tehtäväksi kuva-aineiston visuaalinen tarkistus sekä huonojen ja ylimääräisten kuvien poistaminen aineistosta. Näiden lisäksi käyttäjä syöttää jäljellä jäävät kuvat ohjelmalle, valitsee halutulle loppuaineistolle sopivat parametrit, osoittaa maastotukipisteet sekä tarkastaa aineiston prosessoinnin päätteeksi ja varmistuu halutusta tarkkuudesta. Ohjelmisto alkaa tutkia kuvia ja irrottaa niiden piirteet ja alkaa sovittaa yhteen piirteitä toisiinsa kuvien päällekkäisiltä osilta. Tämän jälkeen ohjelmisto tekee kameran alustavien orientointitietojen ratkaisun ja näiden perusteella laskee harvan pistepilven. Harvan pistepilven laskennan jälkeen seuraa blokkiosoitus, jossa pistepilveä tarkennetaan ja orientointitietojen tarkkuus paranee. Tämän jälkeen ohjelma tekee tiheän pistepilven laskennan, joka toimii viimeisessä vaiheessa lopputuotteen pohjana. Lopputuotteita ovat pintamalli, ortokuva, pistepilvi ja mesh-malli. Eri ohjelmistot saattavat toimia vähän eri lailla, mutta pääpiirteet ovat samat. [6, s. 19–20.]

3 RPAS-laitteisto

RPAS-laitteet pystytään jakamaan kolmeen eri pääryhmään. Pääryhmiin kuuluvat kiinteäsiipiset lentokoneet ja multikopterit sekä VTOL-tekniikka. Jokaisella kolmella eri ilma-alustyypillä on hyvät ja huonot puolensa, joten ilma-alusvalinta tehdään kohteen mukaan. Ilma-alusten koko vaihtelee grammoja painavasta nanodroonista jopa tuhansia kiloja painaviin sotilaskäytössä oleviin drooneihin. Siviilikäytössä käytetään tyypillisesti noin 1–25 kilogrammaa painavia laitteita. Toimintaetäisyydet vaihtelevat lähietäisyyksistä moniin kilometreihin, ja toimintakorkeudet vaihtelevat muutamasta metrillä satoihin metreihin.

[1, s. 2; 10, s. 4.]

3.1 VTOL-tekniikka

VTOL Vertical Take Off and Landing. Multikopterin ja kiinteäsiipisten ilma-alusten yhdistelmä on VTOL-tyyppinen ilma-alus (kuva 2). Lento- ja laskeutumisen tapahtumat pystysuoraan ja matkalennossa VTOL-ilma-alus käyttäytyy samalla tavalla kuin kiinteäsiipinen ilma-alus. Nousun ja laskun ajaksi roottorit lukittuvat vaakatasoon, mikä mahdollistaa kyvyn leijua ilmassa kuin multikopteri. VTOL-ilma-alusten pitkä lentoaika perustuu liito-ominaisuuteen, jota hyödynnetään matkalennon ajaksi. Nousun ja laskun aikana kaikki kolme roottoria ovat toiminnassa, mutta matkalennossa vain takarottori on käytössä. Tämän ansiosta virrankulutus laskee minimiin, mikä mahdollistaa pitkän lentoajan.

[7, s. 8; 9, s. 10; 10, s. 8.]



Kuva 2. VTOL-tekniikalla toimiva Songbird-ilma-alus [10, s. 8.]

3.2 Multikopterit

Multikopteri on ilma-alus, jossa on roottoreita kaksi tai enemmän (kuva 3). Tri-kopteri on drooni, jossa on kolme roottoria, quadrokopterissa on neljä roottoria, heksakopterissa kuusi roottoria ja oktokopterissa kahdeksan roottoria. Gyroskooppi on nopeasti pyörivä pyörä, joka on ripustettu nivelakselin sisäpuolelle. Gyroskoopin toiminta perustuu liikkeen säilymiseen. Se vakauttaa droonin lento-oloihin. Roottoreitten pyörimisnopeuksia sekä roottoreiden suuntia muuttamalla saadaan kopteri liikkumaan ja kallistumaan kopterin ohjaajan haluamaan suuntaan. Multikopteri on yleisin drooni harrastuskäytössä. Multikopterit mahdollistavat nopean tilannekuvan luomisen, ja sen takia multikoptereita käytetään nykyään liikenneonnettomuuksissa, tulipaloissa, kriisitilanteissa ja poliisin erilaisissa virkatehtävissä.

Multikopteri ei vaadi suurta aluetta lentoon nousemiseen ja laskeutumiseen. Helppokäyttöisen hallinnan ansiosta multikopteri pystyy toimimaan ahtaissakin olosuhteissa esimerkiksi metsässä ja tiheästi rakennetulla alueella. Multikopterilla pystytään olemaan tarvittaessa paikoillaan, kiertämään kohdetta ympäri ja ottamaan viistokuvaa.

Multikopterin haittoja on pienempi nopeus verrattuna kiinteäsiipisiin, minkä takia kuvattava alue on pienempi. Puuskainen tuulikin riittää lyhentämään lentoaikaa merkittävästi, koska tehot menevät tuulen kompensointiin. Tuulisissa olosuhteissa kopterin hallinta muuttuu vaikeaksi, ja kopteri voi helposti osua puiden oksiin tai tippua maahan. [1, s. 4; 7, s. 7; 10, s. 7.]



Kuva 3. Multikopteri CamFlight FX8 [10, s. 7.]

3.3 Kiinteäsiipiset ilma-alukset

Kiinteäsiipiset ilma-alukset (kuva 4) toimivat samalla periaatteella kuin tavalliset lentokoneet. Siivet tuovat nosteen, ja roottorit muodostavat vetävän ja työntävän voiman. Kiinteät siivet tekevät droonista jäykemmän, ja tällainen drooni vaatii ilmaan nousuun kiitoradan tai erillisen lähtötelineen. Kiinteäsiipiset droonit pystyvät lentämään pitkiä matkoja kovalla nopeudella. Tämän tyyppistä ilma-alusta käytetään yleensä BVLOS-toimintaan.

Kiinteäsiipisten ilma-alusten suurin hyöty on lentonopeus. Lentonopeuden ansiosta se pystyy lentämään vakaasti puuskaisessa tuulessa sekä kartoittamaan laajoja alueita. Haittoina ovat lentoon lähtö, laskeutuminen, suuri koko ja ilma-aluksella pystytään kuvaamaan vain suoraan alaspäin. Lentoon lähtö vaatii katapulttilaitteiston ja laskeutuminen laajan alueen. Laitteiden kuljettamiseen tarvitaan pakettiauto tai peräkärri, koska kiinteäsiipinen ilma-alus ja katapulttilaitteisto ovat niin suuria, ettei niitä voi kuljettaa muuten.

[1, s. 5; 7, s. 8; 9, s. 10; 10, s. 5.]



Kuva 4. Kiinteäsiipinen ilma-alus SwingletCam [10, s. 5].

4 Lainsäädäntö

Suomessa miehittämättömiä ilma-aluksia koskevista määräyksistä ja asetuksista vastaa Liikenne- ja viestintävirasto Traficom. Ajankohtana 1.1.2020 tuli voimaan koko Euroopan unionin kattava EU-asetus, joka muuttaa dronien lentättämiseen liittyviä säännöksiä ja ohjeita eri tavoin. Ilma-alusten käyttäjille uudistus tuo velvollisuuden rekisteröityä dronikäyttäjärekisteriin, johon aikaisemmin vain ammattilaisilla on ollut ilmoittautumisvelvollisuus. Rekisteröityminen ei koske alle yhden kilogramman painoisia siimalennokkeja, leluiksi määriteltyjä miehittämättömiä ilma-aluksia eikä alle 250 grammaa painavia drooneja, jossa ei ole kameraa tai muuta anturia henkilötietojen tallentamiseen. Uusien lakien tarkoituksena on tarkentaa lentämiseen liittyviä lakeja sekä tehdä dronien lentättämisestä turvallisempaa ja selkeämmin hallittavaa.

Avoimen kategorian toiminnassa tulee täyttyä seuraavat vaatimukset:

- Suurin sallittu lennätyskorkeus on 120 metriä maan tai veden pinnasta.
- Toiminnan on perustuttava suoraan näköyhteyteen (VLOS).
- Suurin sallittu lentoonlähtömassa on 25 kg.
- Vaarallisten aineiden kuljettaminen ja esineiden pudottaminen on kielletty.
- Miehittämätön ilma-alus on pidettävä turvallisen välimatkan päässä ihmisistä, eikä ilma-alusta saa lennättää ihmisjoukkojen yläpuolella.
- Toiminnassa on huomioitava ilmailun kielto-, rajoitus- ja vaara-alueet sekä UAS-ilmatilavyöhykkeet.

Avoimen kategorian toiminta jakaantuu kolmeen toiminnan alakategoriaan A1–A3. Kauko-ohjaajan ikäraja on 12 vuotta, ja käyttäjän eli operaattorin tulee olla täyttänyt 18 vuotta. Kauko-ohjaajalla tulee olla suoritettuna verkkokurssi. [2; 9, s. 11–12; 11.]

4.1 Siirtymäaika

EU:n drooniasetuksessa on laitteita ja eri toimintoja koskevia siirtymäaikoja. Uusien droonien tulee olla CE-merkittyjä asetuksen (EU) 2019/945 mukaisesti siirtymäajan loppuun eli 1.1.2024 mennessä. (Taulukko 2.) Asetuksen mukaisen CE-merkinnän tunnistaa C0–C6-luokan merkinnästä. [11]

Taulukko 2. Droonien rajoituksia avoimessa kategoriassa EU-drooniasetuksen siirtymäkaudella 1.1.2021–1.1.2024 [11]

A1	A2	A3
Droonin maksimipaino 500 g	Droonin paino 500 g – 2 kg	Droonin paino 500 g – 25 kg
<p>Lennot sallittu tiheästi asutuilla alueilla satunnaisten ihmisten, mutta ei ihmisjoukkojen päällä.</p> <p>UAS-ilmatilavyöhykkeet ja muut ilmailun kielto-, rajoitus- ja vaara-alueet tulee huomioida</p>	<p>Lennot sallittu tiheästi asutuilla alueilla turvallisella etäisyydellä (50 m) toimintaan osallistumattomista ihmisistä.</p> <p>UAS-ilmatilavyöhykkeet ja muut ilmailun kielto-, rajoitus- ja vaara-alueet tulee huomioida</p>	<p>Vähintään 150 metriä asuin-, liike-, teollisuus- tai virkistysalueilta</p> <p>Alueella, jossa kauko-ohjaaja kohtuudella olettaa, ettei toimintaan osallistumattomille aiheudu vaaraa (etäisyyden oltava vähintään 30 m, mutta ei lähempänä kuin laitteen lento- korkeus).</p> <p>UAS-ilmatilavyöhykkeet ja muut ilmailun kielto-, rajoitus- ja vaara-alueet tulee huomioida</p>
Ei koulutusvaatimusta	Verkkoteoriakoe + lisäteoriakoe	Verkkoteoriakoe

4.2 Lainsäädäntö siirtymäkauden jälkeen

Siirtymäkauden jälkeen on vain CE-merkittyjä lentolaitteita, alle 900 gramman lentolaitteisiin tulee nopeusrajoitus 19 m/s, CE-merkinnöillä C1–C3 merkityillä lentolaitteilla on jatkossa oltava etätunnistus, ilmatilavaroitukset, ”palaa kotiin” -toiminto, autopilotti sekä korkeuden rajoitin. [11]

Droonien rajoituksia avoimessa kategoriassa EU:n drooniasetuksen siirtymäkauden jälkeen 1.1.2024 alkaen on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Droonien rajoituksia avoimessa kategoriassa EU:n drooniasetuksen siirtymäkauden jälkeen 1.1.2024 alkaen.

A1	A2	A3
CE-merkinnät: C0 ja C1	CE-merkinnät: C2	CE-merkinnät: C2, C3, C4, C5, C6
Lennättäminen sallittu myös tiheästi asutuilla alueilla satunnaisten ihmisten, mutta ei ihmisjoukkojen päällä.	Lennättäminen sallittu tiheästi asutuilla alueilla turvallisella etäisyydellä (30 m, tai 5 m hidaslentomoodi aktivoituna)	Lennot harvaan asutuilla alueilla kaukana ihmisistä ja asutuksesta: vähintään 150 metriä asuin-, liike-, teollisuus- tai virkistysalueilta.

<p>UAS-ilmatilavyöhykkeet ja muut ilmailun kielto-, rajoitus- ja vaara-alueet tulee huomioida.</p>	<p>toimintaan osallistumattomista ihmisistä.</p> <p>UAS-ilmatilavyöhykkeet ja muut ilmailun kielto-, rajoitus- ja vaara-alueet tulee huomioida.</p>	<p>Alueella, jossa kauko-ohjaaja kohtuudella olettaa, ettei toimintaan osallistumattomille aiheudu vaaraa (etäisyyden oltava vähintään 30 m, mutta ei lähempänä kuin laitteen lentokorkeus).</p> <p>UAS-ilmatilavyöhykkeet ja muut ilmailun kielto-, rajoitus- ja vaara-alueet tulee huomioida.</p>
<p>Droonin paino alle 250 g: ei koulutusvaatimusta.</p> <p>Droonin paino 250–900 g: verkkoteoriakoe.</p>	<p>Verkkoteoriakoe + lisäteoriakoe</p>	<p>Verkkoteoriakoe</p>

4.2.1 Avoimen kategorian markkinalainsäädäntö

Uuden lainsäädännön myötä kaikkien dronien tulee täyttää avoimen kategorian CE-merkittyjen luokkien vaatimukset viimeistään 1.7.2022. CE-luokkia on viisi: C0, C1, C2, C3 ja C4, dronien vaatimuksia koskevat seuraavat seikat [11]

- massa
- nopeus
- sarjanumeromerkintä
- jänniterajoitukset elektroniikassa
- mukana tulevat ohjeet
- etätunnistusjärjestelmä
- geo-awareness-järjestelmä
- valaistus
- ohjaimet.

4.2.2 Etätunnistusjärjestelmä

Etätunnistusjärjestelmän tarkoituksena, että viranomaiset pystyvät puuttumaan droneilla tehtyihin laittomuuksiin. Dronit lähettävät toimijan rekisterinumeron Bluetooth- tai Wifi-signaaleilla. Viranomaiset pystyvät lukemaan signaalia mobiililaitteella. [11; 13, s. 10.]

4.2.3 Geo-awareness-järjestelmä

Open luokan C1, C2 ja C3 CE merkityt dronit on varustettu geo-awareness-järjestelmällä. Järjestelmän käyttöliittymällä ladataan drooniin rajoitusalueiden tiedot. Rajoitusalueita on esimerkiksi lentokentät, sotilaskohteet ja maan rajat. Geo-awareness-järjestelmä varoittaa pilottia, kun drooni lähestyy rajoitusaluetta tai droonin navigointijärjestelmä ei enää pysty takaamaan geo-awareness-järjestelmän toimintaa. [11; 13, s. 11.]

4.3 Erityisen ja sertifioidun kategorian lainsäädäntö

Toiminta tapahtuu erityisessä kategoriassa, jos se ylittää jollakin osa-alueella avoimen kategorian rajoitukset. Tällaisia esimerkkejä ovat BVLOS-lennot, droonien paino yli 25 kilogrammaa, lennot kaupunkialueella yli 4 kilogrammaa painavalla droonilla, lennot lähellä lentokenttiä tai rajoitusalueita, esineiden pudottaminen droonista tai lennot yli 120 metrin korkeudessa. [12]

4.3.1 Sertifioidun kategorian lainsäädäntö

Lentotoiminta tapahtuu sertifioidussa kategoriassa, jos dronilla kuljetetaan ihmisiä, vaarallisia aineita tai SORA-riskiarvioinnin tulos ylittää menetelmän sallimat rajat. Sertifioidun kategorian riskit ovat niin suuret, että droni vaatii sertifiointin ja operaattorilisenssin sekä ulkopuolisen tahon hyväksynnän, jotta turvallisuus pystytään varmistamaan. [12]

4.3.2 SORA-riskiarvio

Operaattorin tulee suorittaa dronitoiminnan SORA-riskiarvio, jos toimintaa ei voida sopeuttaa avoimen luokan toiminnaksi. SORA-riskiarviointi tulee tehdä menetelmän mukaisesti, jossa määritellään toiminnasta aiheutuvat maa- ja ilmariskit sekä riskienvähennyskeinot. Näiden perusteella toiminnalle määräytyy kokonaisriskitaso. Kokonaisriskitason perusteella toiminnalle ja käytettävälle laitteistolle määräytyy eritasoisia vaatimuksia. [12]

5 Kysely ja vastauksien yhteenveto

Kysymykset lähetettiin 26 kaupungille, ja vastauksia niihin tuli 16 kaupungilta. Vastausprosentti oli näin ollen 62 %. Kysymyksillä haluttiin saada selville, miten kaupungit ovat käyttäneet drooneja aikaisemmin ja minkälaiset tulevaisuuden näkymät ovat kaupunkien droonitoiminnassa.

5.1 Kysymykset

Kyselyssä olivat seuraavat kysymykset:

- 1. Koska dronetoiminta on aloitettu?*
- 2. Kuinka monta operaattoria ja miten lennätys ja kuvausprosessointi on järjestetty?*
- 3. Minkälaisia lopputuotteita prosessoinnissa tuotetaan?*
- 4. Miten uusi lainsäädäntö vaikuttaa dronejen käyttöön ja koulutukseen?*
- 5. Muita kokemuksia dronen käytöstä?*

5.2 Vastausten yhteenveto

Suurin osa kaupungeista oli aloittanut droonitoiminnan muutaman vuoden sisällä paitsi Jyväskylä, joka aloitti toiminnan jo vuonna 2015. Viidellä eri kaupungilla ei ole ollut droonia käytössä ollenkaan, mutta tulevaisuudessa ne tulevat ottamaan droonin käyttöön, kunhan uuden lainsäädännön rajoitukset ja vaatimukset selviävät kunnolla.

Monella kaupungilla lopputuotteet olivat samoja. Lopputuotteita olivat esimerkiksi pistepilvet, meshmallit, ortokuvat ja viistokuvat. Usea kaupunki käytti droonia moneen muuhunkin tehtävään kuin pelkästään mittauksiin ja kartoituksiin. Kaupungit tekivät mainosvideoita kaupungista, 360-kuvia ja erilaisia videoita tonttimarkkinointiin.

Suurin kysymys oli, miten uusi lainsäädäntö vaikuttaa kaupunkien droonien käyttöön. Moni kaupunki on laittanut droonien käytön tauolle. Droonit tauolle laittaneita kaupungeja yhdistää kaksi syytä. Laitteiston uusiminen ja henkilöstön uudelleen kouluttaminen vaatii suuren panostuksen rahallisesti, eikä kaikilla kaupungeilla ole varaa siihen. Porvoon kaupunki oli esimerkiksi käyttänyt vuokratrooneja kartoituksia varten. Vuokratrooni olisi hyvä ratkaisu pienimmille kaupungeille, jotka eivät tarvitse droonia jatkuvasti. Toinen syy oli, ettei henkilöstöstä löydy vapaaehtoisia lisäkouluttautumaan. Salon kaupunki oli ainoa, joka oli jo kerennyt hakea erityiskategorian lupaa Traficomilta. Moni kaupunki oli valmis uudistamaan laitteistonsa kokonaan ja käymään lisäkursseja uuden lainsäädännön mukaisesti.

Kyselystä selvisi, että jokaisella kaupungilla, jotka vastasivat kyselyyn, oli pelkästään positiivista sanottavaa droonien käytöstä ja hyödyistä. Droonien käytön kerrottiin nopeuttavan ja helpottavan töiden tekemistä. Drooneilla on myös paljon turvallisempaa tehdä töitä teiden lähetyvillä.

6 Yhteenveto

Insinööriytyö on ollut täysin erilainen työ verrattuna muihin töihin. Kokonaisuudessaan työn tekeminen on vaatinut pitkäjänteisyyttä, kärsivällisyyttä ja tarkkuutta. Työ vaati pitkäjänteistä ja perusteellista eri aiheiden ja teorian tutkimista muotoon, jota pystyy käyttämään työssä. Kärsivällisyyttä on vaatinut kyselyihin vastausten odottaminen, koska ei ollut varmaa, vastataanko kyselyihin ollenkaan. Työn teon aikatauluttaminen onnistui mielestäni hyvin, koska missään vaiheessa työtä tehdessä ei ollut sellaista tunnetta, että on kiire saada työ valmiiksi.

Insinööriytyön tekeminen opetti minua ajattelemaan asioita eri näkökulmista, ja se opetti minua insinöörimäiseen ajattelutapaan eli ongelmanratkaisuun. Päätökset eivät koostu vain yhdestä tekijästä, vaan huomioon täytyy ottaa erilaiset budjettikysymykset ja uusien investointien tarpeellisuus. Esimerkiksi julkisella puolella jokaisella kaupungilla ei ole budjetissa varaa RPAS-järjestelmän käyttöönottoon, vaan kaupunki haluaa panostaa muihin investointeihin.

Työllä pyrittiin selvittämään kyselyn avulla, miten eri kaupungit hyödyntävät RPAS-järjestelmää, mitä lopputuotteita kaupungit saavat ja miten uusi lainsäädäntö vaikuttaa dronien käyttöön. Kyselyn tuloksena saatiin selville, että monella kaupungilla tulevaisuuden näkymät dronien suhteen ovat epävarmoja. Epävarmuutta aiheuttivat budjettikysymykset, dronin käytön tarpeellisuus ja henkilöstön haluttomuus kouluttautua uuden lainsäädännön vaatimusten mukaisesti. Tutkimusta voisi jatkaa selvittämällä, miten 1.1.2024 uuden lainsäädännön voimaantulon jälkeen eri kaupungit ovat pystyneet ratkaisemaan ongelmansa. Kuinka moni kaupunki on lopettanut dronien käytön kokonaan? Miten uusi lainsäädäntö on vaikuttanut ja onko dronien käyttö parantunut vai huonontunut muutoksen jälkeen.

Lähteet

- 1 KMTK – Kuntien tuotantoprosessit: selvitys RPAS-menetelmä. 2018. Verkkoaineisto. Maanmittauslaitos. www.maanmittauslaitos.fi Luettu 3.3.2022.
- 2 Uudet drone-säännöt 2021. Verkkoaineisto. kanava Videoneuvos, https://www.youtube.com/watch?v=gCYiHfmNW8k&list=PL2T-d2N-kmVwJGKpWldSt41xV-8oMB_iS&index=2 Luettu 21.3.2022.
- 3 Honkavaara Eija, Hakala Teemu ja Nevalainen Olli. 2018. Ilma-alus kohteen mukaan. Positio1/2018. Verkkoaineisto. <https://www.maanmittauslaitos.fi/tietoa-maanmittauslaitoksesta/ajankohtaista/lehdet-ja-julkaisut/positio-lehti/lehdet/positio-27> Luettu 15.1.2022.
- 4 SwingletCam. Danish aviation systems. Verkkoaineisto. http://www.danishaviationsystems.dk/drones/swinglet-cam-drone/#tab_15262. Luettu 17.4.2022
- 5 Uusissa drooneissa tulee olla C-luokan merkintä EU:n droneasetuksen mukaisesti vasta 1.1.2024. julkaistu 16.3.2022. Verkkoaineisto. <https://www.droneinfo.fi/fi/ajankohtaista/uusissa-drooneissa-tulee-olla-c-luokan-merkinta-eun-droneasetuksen-mukaisesti-vasta> Luettu 25.3.2022
- 6 Salo, Niko-Petteri. 2019. RPAS-järjestelmän käyttö Turun kaupungin paikatieto ja kaupunkimittauksessa. Opinnäytetyö. Lapin AMK. Theseus-tietokanta.
- 7 Alaluusua Teemu. 2020. Miehitettömän ilma-aluksen käyttö rakennushankkeessa. Opinnäytetyö Metropolia ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 8 KMTK – Kuntien tuotantoprosessit: Selvitys RPAS menetelmistä. 2018. Luettu 20.1.2022. Verkkoaineisto. www.maanmittauslaitos.fi. Luettu 20.1.2022.
- 9 Koivula Antto.2021. Miehitettömän ilma-aluksen hyödyntäminen FTTH-valokuituverkon suunnittelussa. Insinööriyö Metropolia ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 10 TX00CZ09-3002 RPAS-operaatiot kurssi. s2021. https://opiskelija.oma.metropolia.fi/delegate/download_workspace_attachment/8069162/RPAS-kuvaukset%202021.pdf. Erityislupa kuviin kurssin pitäjältä. Luettu 5.10.2021.

- 11 Luvasta vapaa toiminta Avoin-kategoriassa. Verkkoaineisto. <https://www.droneinfo.fi/fi/luvasta-vapaa-toiminta-avoin-kategoriassa>. Julkaistu 26.4.2022. Luettu 2.5.2022.
- 12 Luvanvarainen toiminta Erityinen-kategoriassa. Verkkoaineisto. <https://www.droneinfo.fi/fi/luvanvarainen-toiminta-erityinen-kategoriassa>. Julkaistu 26.1.2022. Luettu 1.3.2022.
- 13 Dronet saadosinfo Hohtari.pdf. Verkkoaineisto. www.Traficom.fi. https://opiskelija.oma.metropolia.fi/delegate/download_workspace_attachment/8069175/Dronet_saadosinfo_Hohtari. Luettu 8.10.2021.

Liite 1 Kyselyn vastaukset

Turku

Vastauksen antaja: paikkatietoinsinööri

Koska dronetoiminta on aloitettu?

2017

Kuinka monta operaattoria ja miten lennätys ja kuvaus prosessointi on järjestetty?

Yksi henkilö toimii operaattorina ja vastaa kuvausten prosessoinnista pistepilveksi ja ortokuvaksi saakka.

Minkälaisia lopputuotteita prosessoinnissa tuotetaan?

Pistepilvi, meshmalli, ortokuva, viistokuva ja video.

Miten uusilainsäädäntö vaikuttaa dronejen käyttöön ja koulutukseen?

Dronen käyttö menee ”jäähylle” ja otetaan pieni aikalisä sen suhteen, että mitä tehdään jatkossa. Tarkastelemme Sora prosessia ja erityisen luvan vaatimuksia.

Muita kokemuksia dronen käytöstä?

Dronella on päivitetty Turun 3D-kaupunkitietomallin rakennuksia laajasti. Dronea on käytetty myös ympäristönseurannassa, liikenteen seurannassa ja välitetty lautakunnalle videokuvaa kaavoitusalueelta.

Raisio

Vastauksen antaja: maanmittausinsinööri

Drone ei ole käytössä ollenkaan.

Mikkeli

Vastauksen antaja: kartoittaja

Kaupungilla ei ole dronea käytössä. Tulevaisuudessa mahdollisesti hankimme.

Salo

Vastauksen antaja: paikkatietoinsinööri

Koska dronetoiminta on aloitettu?

Toiminta on aloitettu vuonna 2019

Kuinka monta operaattoria ja miten lennätys ja kuvaus prosessointi on järjestetty?

Salon kaupungissa on yksi operaattori ja sen alla yksi kauko-ohjaaja. Kuvattavat alueet suunnitellaan keväällä ennen lentokauden alkua. Tarpeita kartoitetaan organisaation sisäisesti lähinnä kaupunkisuunnittelun näkökulmasta. Lisäksi kausittain toteutetaan paikkatietoyksikön omaa aineiston keräysohjelmaa. Kuvien prosessointi painottuu pääsääntöisesti lentokauden ulkopuolelle. Tarpeen vaatiessa aineiston käsittely pyritään toteuttamaan mahdollisimman nopeasti lentoyön jälkeen. Salon kaupunki käyttää tiedon prosessoinnissa Pix4DMapper ohjelmaa ja aineiston jälkikäsittelyssä on käytössä Terrasolidin Terrascan -ohjelma. Lisäksi meillä on käytössä erillinen työasema, jolla aineistot käsitellään.

Minkälaisia lopputuotteita prosessoinnissa tuotetaan?

Tuotettavia aineistoja ovat: Ortokuva, 3D-mesh mallit ja fotogrammiset pistepilvet. Pistepilvet tuotetaan jälkituotteena rakennusten kattovektoreita 3D- kanta-karttaan.

Lisäksi pyydetyistä kohteista otetaan viistoilmakuvia ja/tai videokuvia mm. tontti-markkinointiin, kaava-alueiden havainnollistamiseen tai erilaisten projektien dokumentointiin.

Miten uusi lainsäädäntö vaikuttaa dronejen käyttöön ja koulutukseen?

Koska Salon kaupungin dronetoiminta tähtää pääsääntöisesti 3D- kanta kartan ylläpitoon ja tuottamiseen, tarkoittaa se, että dronella pitää lentää tiheään asutujen alueiden yläpuolella. Kartoitustyön luonteesta riippuen, sivullisten ihmisten ylilentoa on mahdotonta kontrolloida tai välttää.

Tästä syystä uusi EU-lainsäädäntö vaikuttaa huomattavasti lentotyön tekemiseen. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että jos lentotyötä halutaan tehdä samaan malliin kuin tähänkin asti, pitää Salon kaupungin hakea Erityisen kategorian toimintalupaa Traficomilta. Meille tämä hakuprosessi on parhaillaan käynnissä, mutta lopullista tietoa onko Erityisen kategorian toiminta nykyisellä laitteistolla mahdollista, ei vielä ole.

Salon kaupungin kauko-ohjaaja on tällä hetkellä suorittanut A2 -kategorian vaatimat teoriakokeet. Lisäksi EU -lainsäädäntöön (Regulation (EU) 2019/947 and Regulation (EU) 2019/945 on tullut helmikuussa lisäys koskien Erityisen kategorian koulutusvaatimuksia. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että Erityisen kategorian kauko-ohjaajille ja operaattoreille tulee vielä lisää koulutuksia käytäväksi. Tämän vaikutuksista minulla ei ole vielä tarkempaa tietoa.

Muita kokemuksia dronen käytöstä?

Drone on tehokas menetelmä kerätä dataa laajalta alueelta. Salon kaupunki käyttää toiminnassa Dji Phantom 4 RTK -järjestelmää, joka on osoittautunut toimivaksi ratkaisuksi.

Laite on tosin pieni ja kevyt, joten rajoitukset tuulen suhteen tulee aikaisemmin vastaan kuin isoimmilla laitteilla.

Jos toimintaa ajatellaan pelkästään ortokuvan tuotannon näkökulmasta, niin kovin laajojen metsäisten alueiden lopputuotteiden onnistuminen saattaa olla haasteellista.

Seinäjoki

Vastauksen antaja: mittausinsinööri

Koska dronetoiminta on aloitettu?

Drone-hankinta tehtiin vuodelle 2019 ja silloin tehtiin vain harjoituslentoja. Laajempi hyödyntäminen alkoi vasta vuoden 2020 keväällä.

Kuinka monta operaattoria ja miten lennätys ja kuvausprosessointi on järjestetty?

Rekisteröitynä drone-operaattorina toimii mittauspalveluissa allekirjoittanut sekä A1-A3 verkkoteoriakokeen suorittuna myös lentäjänä. Muita A1-A3 kokeen suorittuna ja lentäjinä meillä minun lisäksi on kolme henkilöä.

Meillä on laadittuna toimintakäsikirja (Traficomin OPS M1-32 mukaisesti), joka on määrittänyt miten saa lennättää tiheästi asutun asuinalueiden yläpuolella.

Itse lennätys ja kuvausprosessointi tehdään Geodronen mukana tulleen Groundstation lentosuunnitteluohjelmalla.

Minkälaisia lopputuotteita prosessoinnissa tuotetaan?

Prosessoituja lopputuotteita on tuotettu Pix4D-ohjelmalla mm. ortokuvaa, mesh-malleja ja fotogrammetrista pistepilveä. Näiden lisäksi myös viistokuvia ja videoita suoraan kaupungin viestinä/mainostamiseen.

Miten uusi lainsäädäntö vaikuttaa dronejen käyttöön ja koulutukseen?

Uusi lainsäädäntö, joka tuli voimaan vuoden alusta laittoi meidän dronen käytön täydelliseen stoppiin. Dronen mitoituksen ja painon takia, sillä saadaan ainoastaan lentää avoimessa A3-luokassa, joka rajoittaa kaikkea kaupunkimittauksia, mitä ollaan vanhan OPS M1-32 määräyksen mukaan saatu lentää.

Tällä hetkellä ei ole saatavissa sellaista turvamekanismia, joka voisi asentaa nykyiseen laitteeseen, joka saisi Traficomilta luvan ilman laajojen testien (standardien mukaiset) tekemistä. Vielä viime vuoden puolella oltiin optimistisia, että meidän laitetoimittajamme (Nordic drones) saisi tehtyä sellaisen hätälaskuvarjojärjestelmän, joka sopisi myös tähän meidän malliimme (x4l v.5), mutta testit

saivat tehtyä vain uusimpaan versio 6 malliin ja näin meidän malliimme ei ole suoraan asennettavissa.

Ainoa vaihtoehto, jos halutaan jatkossa lentää kaupunkialueella, on päivittää meidän drone versio 6:seen (kallis investointi) sekä hakea Traficomilta Specific-luokan kaupunkilento-operointiin salliva ”SAIL II” lentolupaa. Ja tämä vaatii jo ilmailualan kokemusta, joka ei kaikilla ole ja näin tähän tullaan tarvitsemaan konsulttiapua.

Muita kokemuksia dronen käytöstä?

Dronella on saatu laajojen tie- sekä paikoitusalueiden kohteet digitoitua tarkasti, joka on helpottanut maastotöitä. Meidän dronessa ei ollut PPK-laitetta, joten maastosignaaleilla on saatu aineiston jälkikäteen georeferoitua. Tälle vuodelle olisi hankittu kyseisen lisälaitteen ja se olisi nopeuttanut ja vähentänyt alustavia maastotöitä, mutta uudet määräykset laittoivat suunnitelmat uusiksi.

Espoo

Vastauksen antaja: maanmittausinsinööri

Alustan vastauksia sillä, tällä hetkellä maastomittauksilla ei käytännössä ole dronetoimintaa. Käytössä ollut drone ei täytä uuden lainsäädännön vaatimuksia asutetulla alueella toimimiseen, eikä sitä pystytä päivittämään vaatimuksia täyttäväksi.

Koska dronetoiminta on aloitettu?

Drone hankittiin Espoon kaupunkimittaukseen 2016 syksyllä.

Kuinka monta operaattoria ja miten lennätys ja kuvaus prosessointi on järjestetty?

Tällä hetkellä meillä ei ole lennättäjiä. Ennen lainsäädännön muuttumista meillä oli kaksi lennättäjää, ja yksi koulutettavana lennättäjäksi. Prosessointi hoidetaan erillisellä tehokoneella (myöhemmin mahdollisesti virtuaalikoneella). Kuvat ja

orientointidata siirretään maastosta verkkolevylle, mitä kautta data siirretään prosessointikoneelle.

Minkälaisia lopputuotteita prosessoinnissa tuotetaan?

Lopputuotteina prosessoinnista tulee ortokuva sekä pistepilvi. Riippuen tilauksesta lopputuotteiden käyttötarkoitus vaihtelee suuresti.

Miten uusi lainsäädäntö vaikuttaa dronejen käyttöön ja koulutukseen?

Tällä hetkellä tosiaan drone ei meillä lennä. Nykyistä laitteistoa ei pystytä päivittämään lentokelpoiseksi, joten toistaiseksi tilanne on auki. Jos päätämme hankkia uutta kalustoa toimintaa jatkaaksemme, joutuvat lennättäjämme kouluttumaan Traficomien uusien koulutuskäytäntöjen mukaisesti. Vanhat koulutukset eivät siis riitä. Periaatteessa lennättäjämme oli käynyt vastaavan koulutuksen jo aiemmin, mutta näitä ei uuden lainsäädännön puitteissa olisi hyväksytty.

Muita kokemuksia dronen käytöstä?

Dronen käytölle on kysyntää Espoon kokoisessa kaupungissa. Tästä käytöstä paljon on sellaista, minkä pystyisi toteuttamaan kevyelläkin kalustolla. Tällä hetkellä tosin lainsäädäntö aiheuttaa ongelmia, varsinkin nykyisellä kalustolla.

Joensuu

Vastauksen antaja: maanmittausteknikko

Koska dronetoiminta on aloitettu?

Joensuun kaupunki hankki RPAS-järjestelmän vuonna 2018 syksyllä; GeoDrone X4L, sensori Sony A 6000 (nykyisin Sony RX1 II), videodrone lennon-suunnittelu- ja jälkikäsitteilyohjelmat, Pix4Dmapper kuvausaineiston jälkikäsitteilyohjelma.

Kuinka monta operaattoria ja miten lennätys ja kuvaus prosessointi on järjestetty?

Tällä hetkellä varsinaisena operaattorina Joensuun kaupunki (vastuuhenkilö RV), kaksi lento-operaattoria. Toiminta: ensiksi laaditaan lentosuunnitelma kuvattavalle alueelle Videodrone client-sovelluksella, 2. tehdään UAS-ilmoitus Joensuun lentoasemalle, 3. mitataan maakontrollipisteet (GCP) kuvausalueelle täkymetrillä, 4. tarkistetaan säätila (tuuli<10 m/s, 5. käynnistetään GPS-tukiaseman tiedonkeräys, 6. ilmoitus lennonjohtoon puhelimella ja luvan jälkeen kuvauslento (yleensä nadiiri), 7. lennon jälkeen ilmoitus lennonjohtoon tehtävän päättymisestä, 8. kuvien, lentotietojen ja tukiaseman paikannustietojen siirto työasemalle, 9. rtkpost-ohjelmalla kuvien sijaintitietojen laskenta ja tarkastus, 10. AfterFlight 2.0-sovelluksella kuvien tagays, 11. edellisessä vaiheessa muodostuneet sijaintitiedoston muunnos MML:n koordinaattimuunnos-sovelluksella maantieteellisistä koordinaateista ja ellipsoidikorkeuksista ETRS-GK30-koordinaatistoon ja N2000 -korkeuksiksi, 12. käynnistetään Pix4Dmapper, syötetään kuvat ja kuvien sijainnit sovellukseen, annetaan tuloskoordinaatistoksi Joensuun kaupungin ETRS-GK30FIN, näytetään sovellukselle kuvilta GCP:t, hyväksytään asetukset ja jätetään työpäivän jälkeen aineisto prosessoitumaan. Aamulla tarkastetaan syntynyt pistepilvi ja ortokuva. Jos kaikki ok, jatketaan aineiston jatkokäsittelyä TerraScanilla, TerraModellerilla ja TerraPhotolla.

Minkälaisia lopputuotteita prosessoinnissa tuotetaan?

Pix4Dmapperilla saadaan alustavat pistepilvet, mesh-mallit ja ortokuva. Näistä pistepilvieä hyödynnetään Terrasolidin sovelluksilla, joista saadaan täydennettyä kaupunkimallia digitoidulla vektorikartalla, vektoroiduilla rakennuksilla (LOD2) ja tosiortokuvilla, mitkä viedään lopuksi Trimble Locukseen loppukäyttäjille hyödynnettäväksi.

Miten uusi lainsäädäntö vaikuttaa dronejen käyttöön ja koulutukseen?

Uusi lainsäädäntö on aiheuttanut sen, että käyttämämme drone varustetaan siihen integroidulla laskuvarjolla ja joudumme hakemaan Traficomilta SORA2-menetelmän mukaisen toimintaluvan operoidaksemme urbaanissa ympäristössä.

Kyseessä on varsin vaativa menettely, mutta muutakaan mahdollisuutta meillä ei ole, jos kuvaustoimintaa aiotaan jatkaa entiseen malliin.

Muita kokemuksia dronen käytöstä?

Drone on mahdollistanut aivan uudenlaisen tavan kartoittaa alati muuttuvaa kaupunkiympäristöä. Yhdellä lennolla saadaan käytännössä kuvattua noin 30 hehtaarin alue. Ja käytännön työ on osoittanut, että tällä tavalla saatu aineisto on hyvinkin mittatarkkaa ja sillä voidaan hyvinkin tuottaa luotettavaa lähtöaineistoa suunnittelijoille sekä kaavoittajille. Nykyisillä henkilöresursseilla emme millään pystyisi palvelemaan loppukäyttäjiä näin hyvin ilman RPAS-järjestelmää. Koko työprosessi vaatii kuitenkin äärimmäistä huolellisuutta sen jokaisessa vaiheessa, että lopputulos olisi hyvä.

Tampere

Vastauksen antaja: paikkatietoasiantuntija

Koska dronetoiminta on aloitettu?

Meillä aloitettiin oma RPAS-toiminta keväällä 2017, sitä ennen tehtiin muutamia projekteja konsultin kanssa.

Pääasiallinen käyttö on tähän mennessä ollut katurakennuskohteet, mutta kantakartan päivitys ja infraomaisuuden hallinta ovat lisääntyneet viimeisen parin vuoden aikana. Ongelma näissä aikaisemmin ollut sopivien työkalujen puute, mutta Pix4D Survey ohjelmisto on mahdollistanut aika paljon uusia tapoja aineiston hyödyntämiseen.

Kuinka monta operaattoria ja miten lennätys ja kuvasprosessointi on järjestetty?

Käytännössä minä olen hoitanut RPAS operointia Tampereen infrassa ja siihen on sisältynyt tilauksien vastaanottaminen, lennätysten suunnittelu ja luvitus, kuvaaminen, jälkikäsitteily ja aineiston toimitukset.

Meillä on myös pari varahenkilöä, mutta he ovat toistaiseksi tehneet kuvauksia vähän, koska heillä se on ns. oman työn ohella-hommaa, joten käytännössä heidän tekemisensä ovat rajoittuneet siihen, kun itse olen ollut pois töistä. Aikaisemmin konsultin kanssa tehtyjen projektien kanssa todettiin, että aineiston käsittely on helpompaa, jos sen tekee kuvaaja. Kuvaaja on tehnyt kaikki mahdolliset maastotyöt, ja hänellä on muutenkin paras tieto kohteesta, ja siitä miten kuvaukset ovat sujuneet.

Minkälaisia lopputuotteita prosessoinnissa tuotetaan?

Prosessoinnissa tuotetaan pääsääntöisesti ortokuva, pistepilvi ja kuorimalli Pix4D ohjelmalla. Nämä viedään katseltavaksi Pix4D Cloud järjestelmään, missä tilaaja voi niitä katsella ja mitailla. Tarvittaessa myös toimitetaan aineisto tiedostomuotoisena, mutta isolta osin selainpohjaiset palvelut kattavat käyttötarpeen.

Lisäksi tuotetaan kuorimalli ContextCapture ohjelmalla, ja se viedään verkkäyttöliittymään. Tarvittaessa tehdään myös aineiston jalostusta pidemmälle, esim. massalaskentaa tai kartoitusta. Drone kuvauksista tuotetaan myös koko kantakaupungin osalta ns. ortokoontia, mihin kerätään uusin kuva-aineisto kantakaupungin alueelta.

Miten uusi lainsäädäntö vaikuttaa dronejen käyttöön ja koulutukseen?

Uusi EU-lainsäädäntö muuttaa toimintaa melkoisesti. Ensinnäkin meidän dronekalustomme täytyy uusia, koska iso osa kuvauksista tapahtuu asutuksen yllä. Tämän vuoksi pitää olla kalusto, jossa on testattu ja sertifioitu laskuvarjointegraatio.

Lisäksi joudumme hakemaan Specific-kategorian toiminta lupaa, ja tämä aiheuttaa melkoisen määrän paperityötä, kun toimintaa pitää kuvata kirjallisesti aivan eri tasolla kuin ennen. Myös operoinnin varahenkilöiden rooli kasvaa ja tulee kasvamaan. Heidänkin pitää tehdä enemmän kuvauksia, että operoinnin käytäntö pysyy paremmin hallussa. Enää ei riitä, että pikaisesti ennen pääasiallisen operaattorin lomaa käydään kertaamassa asioita. Tekeillä olevaan toimintakäsi-

kirjaan tulee myös vaatimuksia jokaisen operaattorin vuosittaisista minimilento-
tunneista.

Muita kokemuksia dronen käytöstä?

Kokemukset dronen käytöstä ovat olleet hyviä, ja se on herättänyt vuosi vuodelta enemmän kyselyjä Tampereen kaupungin organisaation eri yksiköiltä, miten sitä voisi käyttää heidän työssään avuksi. Potentiaalisia käyttötapauksia on varmasti vielä paljon löytämättä, ja monella yksiköllä on tullut haasteeksi tilaaja-tuottaja mallin myötä kustannukset. ”Ylimääräistä” rahaa, eikä toisaalta henkilöstöäkään, ei uusien tekniikoiden testaamiseen tunnu juuri olevan, vaikka sillä pidemmän päälle saavutettaisiinkin isoakin säästöjä. Meillä on kuitenkin tarkoituksena silti kehittää dronetoimintaamme, esim. Idar- kalustolla.

Itse näen RPAS laitteiden tulevan muutaman vuoden sisään maanmittausalalla mittaajien perustyökaluksi, nykyisten takymetrien ja satelliittivastaanottimien rinnalle. Toki tämä uusi EU-lainsäädäntö saattaa siihen tehdä pienen viivästyksen, kun joudutaan etsimään uusia toimintatapoja uusien sääntöjen puitteissa.

Heinola

Vastauksen antaja: maanmittausinsinööri

Heinolassa ei ole ehditty dronetoimintaa aloittamaan, suunnitelmissa on kyllä ollut mutta aina on ollut jokin henkilöstöresurssi ym. ongelmana, ettet asia ole edennyt pidemmälle. Uuden lainsäädännön myötä ihan hyvä juttu tosin, ettei olla ehditty kalustoa hommaamaan, joka uuden lainsäädännön takia jäisi hyllyyn.

Lappeenranta

Vastauksen antaja: mittausinsinööri

Koska dronetoiminta on aloitettu?

Lappeenrannan kaupunki aloitti dronetoiminnan oman muistini mukaan 2016–2017.

Kuinka monta operaattoria ja miten lennätys ja kuvausprosessointi on järjestetty?

Koptereita meillä on ollut yksi, DJI Phantom4. Lennättäjiä on ollut viimeisen vuosien aikana kaksi, joiden apuna on sitten toiminut muutama muu maastomittauksen henkilö signaalien mittauksessa sekä ilmatilan valvonnassa. Meidän osastomme lennot sijoittuvat yksittäisiä kohteita lukuun ottamatta käytännössä täysin asutuille alueille asemakaavan sisäpuolelle, johon myös uusi lainsäädäntö on aiheuttanut suurimmat rajoitteet.

Minkälaisia lopputuotteita prosessoinnissa tuotetaan?

Olemme tuottaneet kopterilla pienten alueiden orto- ja viistoilmakuvia eri käyttötarkoituksiin, sekä muutamia videokuvauksia muille kaupunginorganisaation tahoille. Kuvista on sitten myös ohjelmallisesti laskettu pistepilviaineistoa kaupungin rakennuskannan 3D-mallinnustarpeisiin, massalaskentoihin, ja mm kadunrakennuskohteiden osalta karttojen päivittämiseen.

Miten uusi lainsäädäntö vaikuttaa dronejen käyttöön ja koulutukseen?

Lennot ovat tällä hetkellä seisahduksissa uuden lainsäädännön vuoksi, ja sen myötä emme ole hankkineet myöskään operaattoreille uusien vaatimusten mukaisia koulutuksia. Muilla osastoilla on omia koptereita ja he ovat olleet aktiivisempia myös tämän uuden regulaation osalta, koska heidän lentonsa sijoittuvat asutun alueen ulkopuolelle, joka mahdollistaa toiminnan meidän tarpeitamme paremmin. Meidän kopterimme ei täytä tiukemmin rajoitettujen luokkien turvallisuusmääräyksiä, ja vaikka lentoja on tehty meidän tarpeisiimme

mahdollisimman paljon, niin lentojen määrä ei ole ollut kuitenkaan vuositasolla riittävä, jotta sillä pystyisi perustelemaan uusien säädösten täyttävän kopterin hankintaa. Varsinkin kun säännöstelyn tilanne elää, laitteistokanta on uuden lain myötä

murroksessa ja lisätarkennuksia sääntöihin tulee vielä varmasti tässä kevään ja ensi kesän aikana.

Seuraamme tilannetta ja teemme jatkoratkaisuja, kun tilanne tasoittuu ja valmistajat pääsevät ns. kärryille uusien säädösten vaatimista muutoksista laitteistoihin. Tavoitetila on tietysti lentojen jatkaminen säädökset täyttävällä kalustolla, mutta mitään varmaa ratkaisua suuntaan tai toiseen ei ole näköpiirissä.

Muita kokemuksia dronen käytöstä?

Kätevä työkalu ja uskon käytön lisääntyvän, kunhan uusi lainsäädäntö selven-tyy.

Rauma

Vastauksen antaja: paikkatietoasiantuntija

Raumalla ei vanhan regulaation aikana ole dronea hankittu. Nyt kun uusi regulaatio astui/astuu voimaan, ei millään muuten sopivalla tällä hetkellä markkinoilla olevalla dronella ole mahdollista lentää asutulla alueella enää siirtymäajan loputtua. Näin ollen odotamme uusien, regulaation täyttävien dronejen markkinoille tuloa.

Hyvinkää

Vastauksen antaja: kartastoasiantuntija

Koska dronetoiminta on aloitettu?

Emme ole hankkineet omaa dronea. 10 vuoden sisällä Hyvinkäällä on tehty kolme dronekuvausta. Keskusta on keilattu helikopterista. Tällä hetkellä

korkeintaan videoiden ja viistoilmakuvien ottoon on pieni harkinta dronen hankinnan suhteen.

Kuinka monta operaattoria ja miten lennätys ja kuvausprosessointi on järjestetty?

Prosessoinnissa meillä oli muutaman vuoden kokeilussa Terrasolidin täysversio, joka toimi Bentley Microtationin päällä. Sillä oli tarkoitus korjata nykyisen kaupunkimallin julkisivukuvia ja huonosti mallinnettuja rakennuksia. Käyttö ohjelmalle oli minimaalista, joten luovuimme siitä. Käytännössä sillä oli kaksi käyttäjää.

Minkälaisia lopputuotteita prosessoinnissa tuotetaan?

Miten uusi lainsäädäntö vaikuttaa dronejen käyttöön ja koulutukseen?

Muita kokemuksia dronen käytöstä?

Tilasimme ehkä noin 8 vuotta sitten fotometrisen kuvauksen laskettelukeskuksen ja soraomontun korkeuskäyrien tekoon. Siinä drone on loistava työkalu. Kahdessa muussa tapauksessa tilasimme pienehköiltä alueilta rakennuksen fotometrisen kuvauksen ja mallintamisen. Laadultaan niistä ei tullut hyviä. Laatuun vaikutti lennon ajankohta ja sää.

Lahti

Vastauksen antaja: paikkatietoinsinööri

Koska dronetoiminta on aloitettu?

Lahden kaupungin kaupunkisuunnittelu on aloittanut dronetoiminnan 2018. Laitteena viime vuoteen saakka toiminut DJI Phantom 4 Pro. Tänä vuonna hankittu Geodrone 6 PPK:lla ja laskuvarjointegraatiolla.

Kuinka monta operaattoria ja miten lennätys ja kuvausprosessointi on järjestetty?

Viime vuoteen saakka oli yksi operaattori, Lahden kaupunki, jonka alaisuudessa toimi useampi toimialakohtainen kauko-ohjaaja. Omaa dronetoimintaa Lahden kaupungilla on kaupunkisuunnittelussa, Museolla sekä Viestinnässä. Tänä vuonna erotettiin Kaupunkisuunnittelu omaksi operaattoriksi uuden laitteen sekä uuden lainsäädännön ja sen vaatiman erityisenkategorian toimiluvan saamiseksi. Museo ja Viestintä jäivät aiemman operaattorin alaisuuteen. Kaupunki suunnittelussa lennätys tapahtuu 1–2 kauko-ohjaajan toimesta. Kauko-ohjaajat hoitavat koko prosessin alusta loppuun eli lentosuunnittelusta lennätykseen ja kuvien prosessointiin. Kuvien prosessoinnissa käytetään Pix4D ja siitä saatavia pistepilviä jalostetaan Terrasolidin tuotteilla.

Minkälaisia lopputuotteita prosessoinnissa tuotetaan?

Pistepilvi, ortokuva, pintamalli, viistokuvat ja suoraan ilman prosessointia saatavat tuotteet; valo- ja videokuvat, 360-kuvat markkinointiin.

Miten uusilainsäädäntö vaikuttaa dronejen käyttöön ja koulutukseen?

Vaikuttaa todella paljon. Uuden lainsäädännön myötä toimintaa ei voida jatkaa kaupunkialueella nykyisillä laitteilla ilman Erityisen-kategorian toimilupaa. Toimintalupaprosessi on jo sinällään paljon työtä vaativa ja sen myötä täytyy pohtia myös riittävä koulutus sekä osaamisen ylläpito myös jatkossa. Uusi lainsäädäntö on loppupeleissä hyvä asia, joka luultavasti vie toimintaa entistä ammattimaisempaan suuntaan.

Muita kokemuksia dronen käytöstä?

Dronetoiminta ja sen aloittaminen vaatii varsinkin uuden lainsäädännön myötä paljon perehtymistä asiaan, rahallista panostusta sekä motivoituneen ja innostuneen henkilöstön.

Porvoo

Vastauksen antaja: maanmittausinsinööri

Koska dronetoiminta on aloitettu?

Muutama vuosi sitten.

Kuinka monta operaattoria ja miten lennätys ja kuvausprosessointi on järjestetty?

Kaksi henkilöä hoitaa koko homman.

Minkälaisia lopputuotteita prosessoinnissa tuotetaan?

Päivitetään kantakarttaamme. Tehdään myös valvonta mittauksia eri osastoille ja mainoskuvauksia tonttiluovutukselle.

Miten uusi lainsäädäntö vaikuttaa dronejen käyttöön ja koulutukseen?

Netti koulutukset on suoritettu. Uusien sääntöjen astuttua voimaan tänä vuonna päätettiin jo, ettei jatketa dronen käyttöä, koska jatkokoulutusta ei ole käyty ja kiinnostusta kursseille ei ollut. Meillä on myös ollut vuokra drone käytössä. Sitten jos hankitaan oma drone käydään sitten kaikki vaadittavat koulutukset. Mutta nythän lainsäädäntö lykkääntyi parilla vuodella eteenpäin. Se antaa kyllä meille mahdollisuuden jatkaa vuokra dronella.

Muita kokemuksia dronen käytöstä?

Hyvä täydennys maastokartoituksella, jos on vähän isompi kartoitettava tai ajan-tasaistettava alue. Pieniä alueita ei kannat dronella tehdä, koska valmistelut vievät niin paljon aikaa.

Pori

Vastauksen antaja: maastotyöpäällikkö

Koska dronetoiminta on aloitettu?

Aloitimme vuonna 2017.

Kuinka monta operaattoria ja miten lennätys ja kuvausprosessointi on järjestetty?

Tällä hetkellä yksi operaattori (vuoden 2022 alusta) A1/A3. Tällä hetkellä käyttö rajoittuu alueille, jossa ei ole asutusta tai ihmisiä. Teemme muilta toimialoilta tulleiden tilausten mukaisesti itse lentosuunnitelman ja kysymme luvat lennonjohdosta. Teemme aineistosta pistepilven ja ortokuvan, jonka luovutamme tarvitsijalle. Itse käytämme aineiston pohjakartan tarkastukseen.

Minkälaisia lopputuotteita prosessoinnissa tuotetaan?

Ortokuvaa ja pistepilveä sekä maamassojen tilavuuksia. Lisäksi olemme seuranneet infrarakennuskohteiden rakentumista. Yksi tärkeimmistä kohteista on ollut tulvatilanteiden sekä patojen tarkkailu.

Miten uusi lainsäädäntö vaikuttaa dronejen käyttöön ja koulutukseen?

Meillä toistaiseksi toiminta on oikeastaan pysähdyksissä. Mietimme, että kannattaako jatkaa ja selvitämme muita mahdollisuuksia. Käytimme dronea itseasiassa melko paljon aiemmin (viikoittain). Käyttökohteita oli monia. Meidän piti kehittää vielä sen käyttöä, mutta uudistunut lainsäädäntö tuottaa liikaa kustannuksia.

Muita kokemuksia dronen käytöstä?

Aiemmin pelkästään hyviä kokemuksia. Nopeuttanut monia prosesseja. Lisännyt turvallisuutta mm. risteysalueilla tehtävissä tarkemittauksissa.

Jyväskylä

Vastauksen antaja: mittauspäällikkö

Koska dronetoiminta on aloitettu?

2015

Kuinka monta operaattoria ja miten lennätys ja kuvausprosessointi on järjestetty?

Kaksi operaattoria.

Minkälaisia lopputuotteita prosessoinnissa tuotetaan

Las- pistepilveä, ortokuvia, maastomalleja ja liikennelaskentaa, suunnittelua, markkinointia ja matkailua tukevaa materiaaleja.

Miten uusi lainsäädäntö vaikuttaa dronejen käyttöön ja koulutukseen?

Tarvitaan Traficomien toiminta lupa ja droneen integroitu laskuvarjo. Koulutus toteutetaan uuden asetuksen mukaisesti, uudet määräykset ja jatkuvaiskoulutus. Toiminta tulee jatkumaan entiseen malliin.

Muita kokemuksia dronen käytöstä?

Erittäin positiiviset, tehokkuuden ja taloudellisuuden mukaan tarkasteltuna.