

Kaupunki-ilmailuun varautuminen Hartaanselänranta 564-2462

26.11.2021

Loppuraportti





Suosittellemme 1-2 dronelogistiikka laskeutumispaikkatoteutusta jo Asuntomessuille 2025

Yhteenveto

- Kaupunki-ilmailu, eli liikkumisen kolmas ulottuvuus, sisältää kaiken drone- ja ilmataksitoiminnan kaupungeissa. Kaupunki-ilmailu on tärkeä osaratkaisu päästöttömän liikenteen mahdollistamisessa. Kaupungeilla onkin nopeasti kasvava rooli kaupunki-ilmailun mahdollistamisessa ja hallinnassa.
- Kaupunki-ilmailun palvelumarkkinat kasvavat 15-20% vuosittain. Ensimmäiset näköyhteyden ulkopuoliset palvelut palvelevat todennäköisesti terveydenhuollon logistiikkaa, mukaan lukien näyttöjen vienti suoraan potilailta laboratorioihin. Ilmataksit tarjoavat VIP lentojen lisäksi päästöttömän, edullisen ja nopean vaihtoehdon HEMS lennoille.
- Lainsäädäntö ja teknologia kehittyvät molemmat nopeasti nyt ja tämän vuosikymmenen aikana. Melun hallintaan kiinnitetään paljon huomiota, jotta yleinen mielipide ei kääntyisi kaupunki-ilmailua vastaan.
- Oulun seudulla toimitetaan satoja tuhansia paketteja droneilla vuonna 2029. Hartaanselän alueella liikkunee dronella muutama paketti päivässä samana vuonna. Ennustamista vaikeuttaa alan nopea kehittyminen ja todellisten kaupallisten verrokkipalveluiden puuttuminen maailmalla. Ilmataksiliikennettä nähdään Oulussa, mutta tuskin merkittävästi Hartaanselän alueella.
- Laskeutumispaikkojen valintaan vaikuttaa palvelutarpeen lisäksi tuulisuus, meluhaittojen huomiointi, esteetön ilmatila sekä ihmisten suojaaminen. Alle kolmen metrin logistiikkadroneille riittää 6 m x 6 m suoja-alueen varaaminen, jos paikka muuten soveltuu.
- Suosittelemme tekemään asemakaavalla varaukset 15 dronelaskupaikalle. Asuntomessuille ehdotamme että toteutetaan 1-2 laskupaikkaa, joka mahdollistaisi, että Hartaanselänrannan alue toimisi kaupallisena testialueena kaupunki-ilmailupalveluille Oulussa.

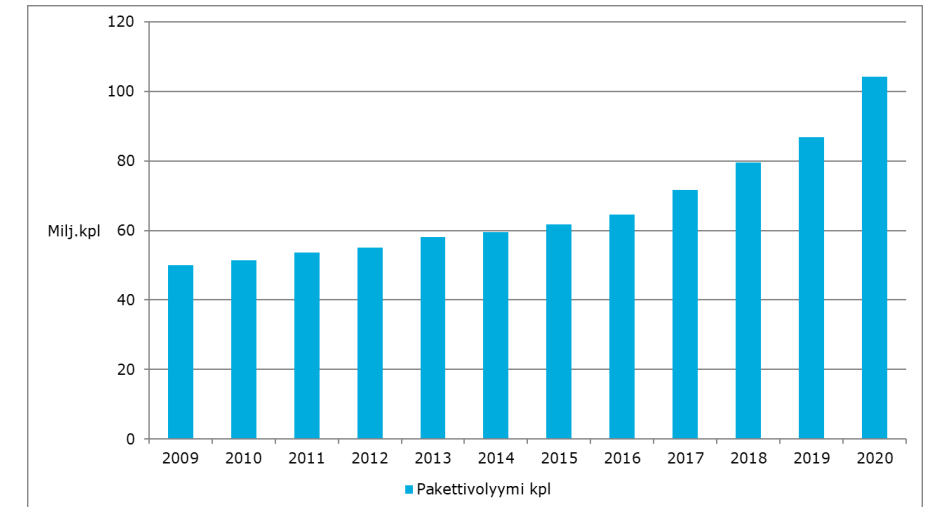
Korkean tason kaupunki-ilmailun kysyntäennuste Oulun alueella

Verkkokauppaostaminen ja pakettitoimitukset Suomessa voimakkaassa kasvussa

Korkean tason kaupunki-ilmailun kysyntäennuste Oulun alueella

- ”Verkkokauppaostaminen on edelleen jatkanut yleistymistään. 73 % suomalaisista on ostanut verkosta edellisen 28 päivän aikana.” [1]
 - ”Kaupan liiton julkaiseman selvityksen mukaan vähittäiskaupan tuotteiden verkkokauppa kasvoi 22 % vuonna 2020, kasvuvauhti oli koko 2010-luvun nopeinta. Moneen muuhun maahan verrattuna kasvuvaraa verkkokaupassa riittää jatkossakin, sillä Suomessa kotimaisen verkkokaupan osuus kaikesta vähittäiskaupasta on arviolta runsaat 8 %. Kokonaisuus on kuitenkin tätä suurempi, kun huomioidaan että verkko-ostoksista noin 36 % tehdään ulkomaisista verkkokaupoista.”
 - ”Uusimpana ilmiönä viime vuonna sai vauhtia lähijakeluun keskittyneiden yritysten esiinmarssi, joiden toiminta keskittyy erityisesti suurimpiin kaupunkeihin. Liikeidea näillä yrityksillä perustuu kotiinkuljetukseen, jonka toteutuksessa hyödynnetään toimitusketjua sujuvoittavia sovelluksia, joka on aiemmin tuttua mm. ruoka-annosten kotiin toimituksissa. Perinteisemmästä pakettien toimitusmallista tämä eroakin selvimmin siinä, että lähtökohtana on kotiin toimitus ja toisaalta nopeus, kun aikayksikkönä on enemmän tunti kuin vuorokausi.”
 - ”Suomalaisista joka kolmas valitsee jo ilmastoystävällisemmän vaihtoehdon tai hiilipäästöjen hyvittämisen, mikäli niitä tarjotaan verkkokaupassa.”
- Pakettivolyymi Suomessa 2020 oli noin 103 miljoonaa kappaletta. Valtaosa pakettikuljetuksista palvelee B2B markkinaa. Vuonna 2020 kuluttajamyynnin osuus oli 32% verkkokaupan kokonaisliikevaihdosta Suomessa [2]. Arvioimme siksi kuluttajapakettimarkkinoiden volyymiksi noin 32% * 103 miljoonaa pakettia, eli noin 33 miljoonaksi. Pakettivolyymien kasvun odotamme jatkuvan edelleen noin 10-20 % vuosittain tämän vuosikymmenen loppuun asti.

Pakettien kokonaismäärän arvio Suomessa

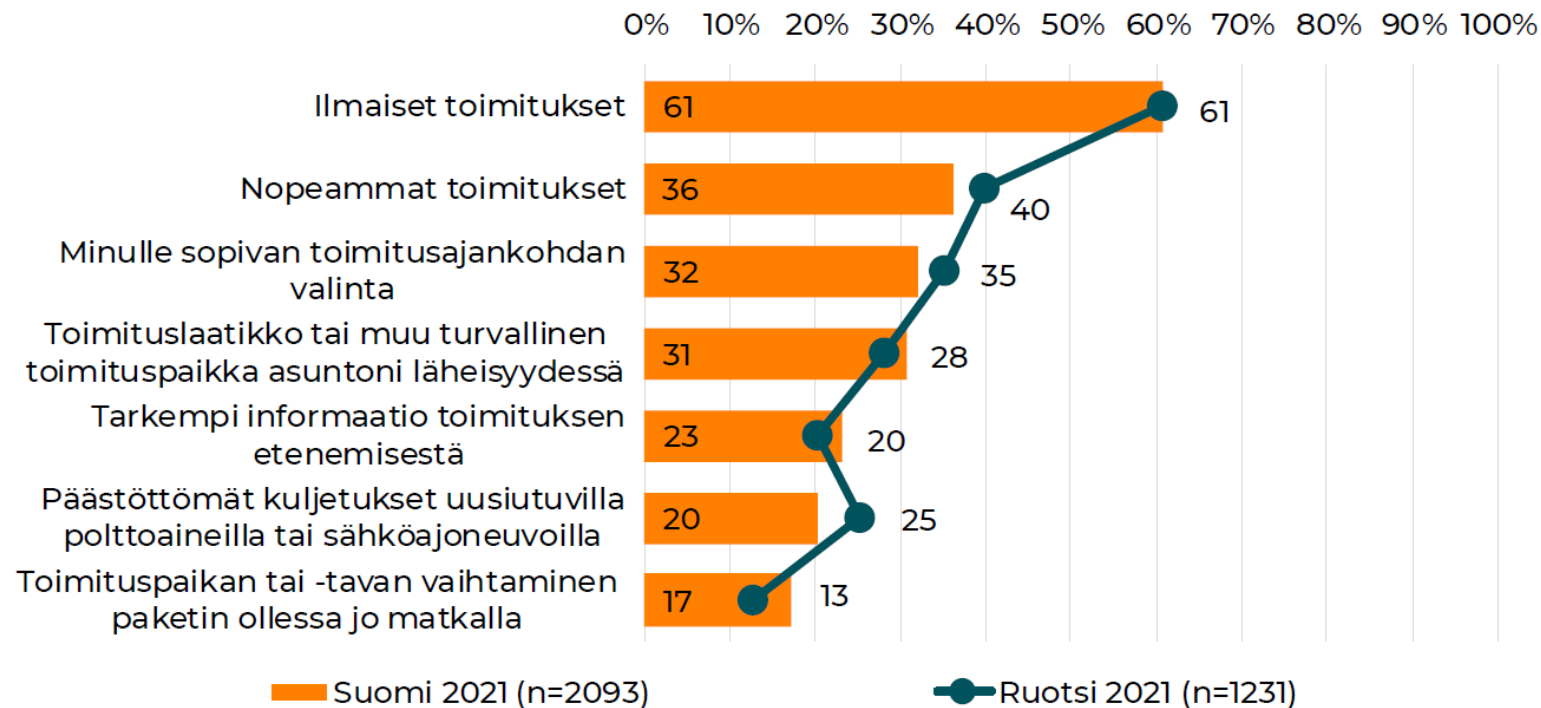


Lähde: Postimarkkinaselvitys 2020 [1]

36% ostaisi enemmän jos saisi nopeamman toimituksen ja 32% jos saisi valita sopivan toimitusajankohdan

Korkean tason kaupunki-ilmailun kysyntäennuste Oulun alueella

Kyllä, lisäisi ostamistani tai siirtäisin ostoja verkkoon

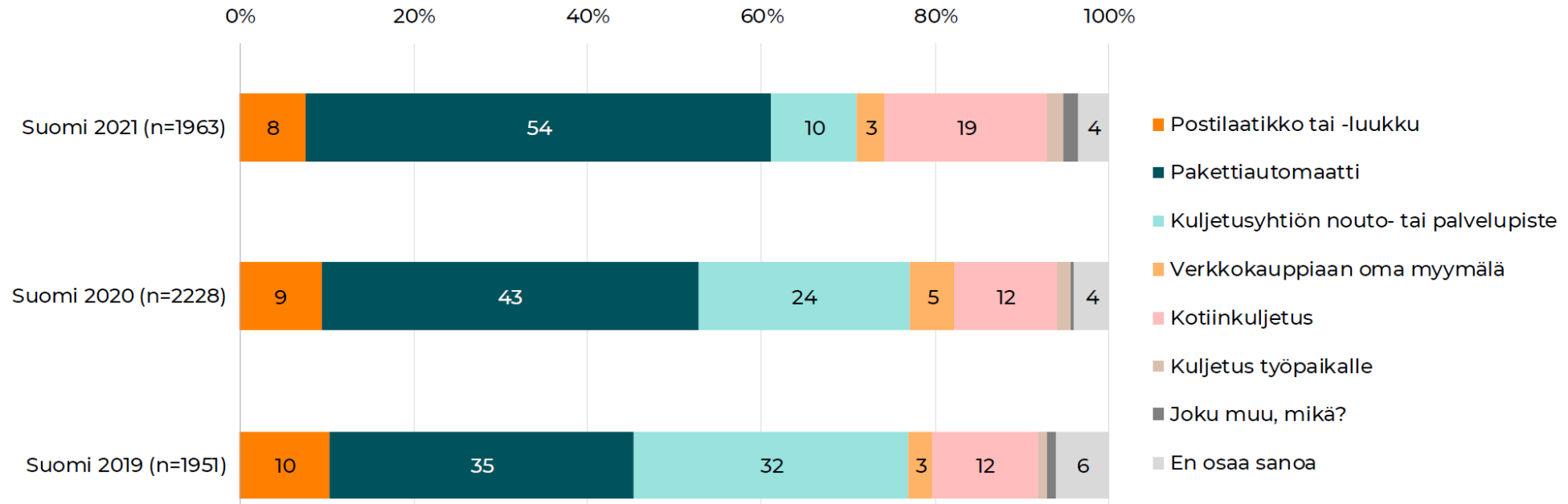


Lähde: Suuri verkkokauppatutkimus 2021, Posti (<https://www.posti.fi/fi/yrityksille/vinkit-ja-caset/verkkokauppa/lataa-suuri-verkkokauppa-tutkimus-2021>)

Kotiinkuljetus ykkösvaihtoehtona on vuodessa kasvanut 12% → 19% vastaajista

Korkean tason kaupunki-ilmailun kysyntäennuste Oulun alueella

Mikä on sinulle mieluisin verkko-ostosten toimitustapa, minne yleensä pyrit valitsemaan tavaraostokset toimitettavaksi?



Lähde: Suuri verkkokauppatutkimus 2021, Posti (<https://www.posti.fi/fi/yrityksille/vinkit-ja-caset/verkkokauppa/lataa-suuri-verkkokauppa-tutkimus-2021>)

Oulun seudulla toimitetaan todennäköisesti satoja tuhansia pakettia droneilla 2029

Korkean tason kaupunki-ilmailun kysyntäennuste Oulun alueella

- Suomen väkiluku oli 2020 lopussa n. 5531 tuhatta asukasta, josta Oulun seudulla asui 205 tuhatta (3,7%). Jos lasketaan, että verkkokauppatilaaminen ja pakettijakeluvolyymit jakautuvat tasan Suomessa, olisi kuluttajapakettimäärä Oulun seudulla noin 1,2 miljoonaa vuodessa. (*)
- Arvioimme, että paketeista 80% painaa alle 5 kg ja että nämä paketit ovat myös kokonsa takia kuljetettavissa alle 3 metrin kärkivälin logistiikkadroneilla, jonka käytämme suunnitteluolettamana. Laskennallisesti siis noin 1,0 miljoonaa (+10-20% vuosittain) pakettia Oulun seudulla olisi kuljetettavissa alle kolmen metrin kärkivälin dronella.
 - 10% kasvulla kuluttajapakettimäärä Oulun seudulla olisi 2,4 miljoonaa pakettia vuonna 2029
 - 20% kasvulla kuluttajapakettimäärä Oulun seudulla olisi 5,2 miljoonaa pakettia vuonna 2029
 - 10% kasvulla kokonaispakettimäärä Oulun seudulla olisi 10 miljoonaa pakettia vuonna 2029
 - 20% kasvulla kokonaispakettimäärä Oulun seudulla olisi 20 miljoonaa pakettia vuonna 2029
- Valtaosa kuluttajapaketeista haetaan lähimmästä noutopisteeltä, mutta kotiinkuljetukset kasvavat vauhdilla, sekä erikoistavaran että ruokatoimitusten osalta. Verkkokauppaostaminen ja etäasiointi eivät kasva vain Covid-19 takia, vaan pitkäaikaisena trendinä. Dronetoimitukset palvelevat sekä kuluttajia että julkisia tai yksityisiä organisaatioita, ja tulevat täydentämään markkinaa sekä noutopiste-, että kotiinkuljetuksissa, joten tarkastelemme potentiaalia kokonaisuutena.
- Dronepakettitoimitusten osuus kokonaistoimituksista on vaikea ennustaa kun ala on vasta kehittymässä, joten annamme kolme skenaariota mahdollisista dronepakettimääristä koko Oulun seudulla vuonna 2029:
 - Pessimistinen, jossa 1% paketeista toimitetaan droneilla, eli 100 000 – 200 000 pakettia vuodessa, keskimäärin 270 – 550 toimitusta päivässä
 - Realistinen, jossa 4% paketeista toimitetaan droneilla, eli 400 000 – 800 000 pakettia vuodessa, keskimäärin 1100 - 2200 toimitusta päivässä
 - Optimistinen, jossa 10% paketeista toimitetaan droneilla, eli 1 000 000 – 2 000 000 pakettia vuodessa, keskimäärin 2700 – 5500 toimitusta päivässä

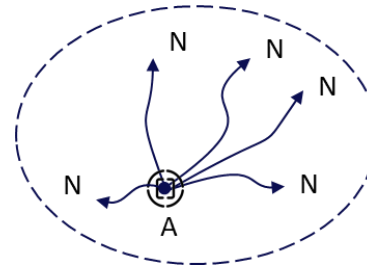
(*) Oulun postikeskus käsitteli vuonna 2020 3,20 miljoonaa pakettia [1]. Postin osuus kaikista pakettikuljetuksista arvioimme haarukkaan ½ - 2/3, jota vasten kokonaispakettimäärä olisi 5 miljoonaa. Oulun postikeskus palvelee kuitenkin koko Pohjois-Suomea, eikä vain Oulun aluetta, joten arvioimme Oulun seudun pakettimääristä on kokoluokaltaan oikea.

[1] Tilastollinen vuosikirja 2020; <https://www.ouka.fi/documents/50085/832671/Tilastollinen+vuosikirja+2020/dfd3c662-d47b-4933-8acc-b0bcd13504d5>

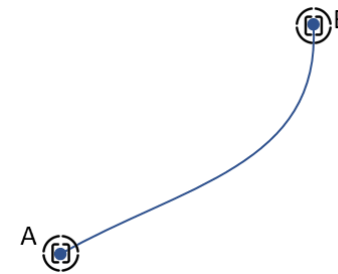
Kaupunki-ilmailun kysyntä muodostuu sekä paketti- että henkilöliikenteestä

Korkean tason kaupunki-ilmailun kysyntäennuste Oulun alueella

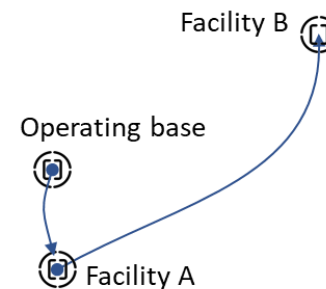
- Pakettitoimitukset
 - Terveydenhuollon toimitukset (lääkkeet, tarvikkeet)
 - Kaupalliset pakettitoimitukset
- Pakettinoudot
 - Terveydenhuollon noudot (laboratorionäytteet)
 - Pikapaketit
- Henkilökuljetukset
 - Hätäpalvelut, ambulanssilennot
 - VIP liikenne
 - Turismi ja elämykset



Toimittajalta asiakkaille. Toimitus tapahtuu joko laskemalla tavara vinsillä maahan tai laskeutumalla esivalmisteltuun laskeutumisaikkaan.



Paketteja haetaan esivalmistelluilta laskeutumisaikkoilta. Noutoja voidaan myös suorittaa vinsillä, niin ettei drone laskeudu.



Ilma-ambulanssi lähtee todennäköisesti toimipisteeltä hakemaan ensin hoitohenkilökuntaa kyytiin, ennen kuin matkaa saapumispisteelle.

Ilmataksiliikenteen määrällinen potentiaali on vielä vaikea ennustaa

Korkean tason kaupunki-ilmailun kysyntäennuste Oulun alueella

- Ilmataksiliikenne jakautuu isossa kaupungissa neljään pääkategoriaan
 1. HEMS (lääkärihelikopteri)lennot ja potilaskuljetukset
 2. VIP lennot
 3. Turisti ja elämyslennot
 4. Reittilennot ”ilmabussi”
- Ilmataksiliikenteen kasvu toteutunee dronelogistiikkaa hitaammin, ja ensimmäiset toiminnallisesti vakiintuneet sovellukset nähtäneen vasta tämän vuosikymmenen lopussa.
 1. Ouluun rakennetaan uusi pysyvä HEMS tukikohta lähivuosina, ja Oulun yliopistollinen sairaala selvittää parhaillaan vaihtoehtoja tukikohdan sijainnille. Nykyinen sijainti on Oulunsalon lentoasemalla. Oulun tukikohta palvelee Pohjois-Pohjanmaasta ja Kainuusta Pudasjärveä ja Vaalaa myöten. Hälytyksiä tulee tällä hetkellä keskimäärin neljästä viiteen vuorokaudessa ja vuodessa noin 1700. [1]
 - On mahdollista että osa näistä kuljetuksista sekä uudentyypisiä, kuten potilaskuljetukset, voidaan tulevaisuudessa Oulun alueella ilman paikallis-CO₂ päästöjä, nopeammin ja edullisemmin toteuttaa ilmatakseilla.
 2. ”ilmabussilla” VIP-lentoja voidaan vähäisissä määrin odottaa eri suuryritysten toimistojen, keskustan ja Oulun lentoaseman, rautatieaseman tai muun liikennesolmukohdan välillä.
 3. Turisti- ja elämyslentojen toteutus on paljon kiinni yksittäisistä toimijoista. Emme anna tälle segmentille ennustetta Oulun seudulla.
 4. Reittilentoja ei toteutune tällä vuosikymmenellä Oulun seudulla muualta kuin lentoasemalta muun lentoliikenteen osana.
- Yhteenvetona odotamme, että ilmataksiliikenteen tärkein sovelluskohde Oulun seudulle on VIP-lennot keskustan, rautatieaseman, lentoaseman, ja suuryritysten välillä, jonka lisäksi HEMS-tyyppinen toiminta voidaan tehostua ilmatakseilla. Määrällistä ennustetta emme tässä vaiheessa tee.

[1] <https://finnhems.fi/tukikohdat/> haettu 12.11.2021

Sää rajoittaa kaupunki-ilmailua välillä talvella

Korkean tason kaupunki-ilmailun kysyntäennuste Oulun alueella

- Kaksi sääilmiötä vaikuttavat rajoittavasti ilmailuun: tuulisuus ja jäätävät olosuhteet
 - Tuuli aiheuttaa pyörteitä joka haittaa etenkin lentoonlähdeissä ja laskeutumisissa. Suurin sallittu tuulinopeus riippuu ilma-aluksista. Käytämme asiantuntijaolettamana 14 m/s tuulenpuuskat tuulirajana tässä tarkastelussa.
 - Jäätävissä olosuhteissa lentorunkoon ja liikkuviin pintoihin kertyy jäätä, joka varsin nopeasti voi tehdä ilma-aluksesta lentokyvottoman, ellei ilma-alus ole suunniteltu operoitavaksi jäätävissä olosuhteissa. Jäätäviä olosuhteita esiintyy vain kun lämpötila on lähellä nollaa tai pakkasella.
- Oulun Vihreäsaaren sataman havaintoaseman datan [1] perusteella:
 - Riski jäätävistä olosuhteista oli olemassa noin 70 tuntia 100 m korkeudessa ja 300 tuntia 200 m korkeudessa (0,8% ja 3% vuoden tunneista)
 - Tunteja, jolloin tuulipuuskat ylitti 14 m/s oli 380 tuntia (4% vuoden tunneista)
- Tuulen ja etenkin jäätävien olosuhteiden kesto on tärkeä ominaisuus ilmailussa, joten on ensiluokaisen tärkeä, että tuetaan teknologiakehitystä, joka mahdollistaa kaupunki-ilmailu ilma-alukset toimia turvallisesti mahdollisimman erilaisissa keleissä.

Lähde: [1] Ilmatieteen Laitoksen säätilastot 10 minuutin välein 1.11.2020 – 31.10.2021 sekä Tuuliatlas; Robots.Expert analyysi

Kaupunki-ilmailun kysyntäennuste asemakaava- alueella

Hartaanselänranta 564-2462

Hartaanselän alueella liikkuneen keskimäärin 70-140 pakettia päivässä vuonna 2029

Kaupunki-ilmailun kysyntäennuste asemakaava-alueella

- *”Hartaanselänrannan yleissuunnitelmaluonnoksen (12.8.2020) mukaan alueen väestömäärä tulee valmistuessaan olemaan noin 2 200 asukasta. Aukasta noin 1 200 asukasta on Hartaanselän itä-puolisilla alueilla (Varikko ja Hartaanranta) ja noin 1 000 asukasta Hartaanrannan länsipuolisilla alueilla (Lehtokylä ja Vaakunakylä).”* [1] kappale 3.1
- Kuluttajapakettimäärät Hartaanselänrannan alueille 2029 voidaan siten arvioida olevan kokoluokaltaan:
 - 10% pakettimäärän kasvulla $2200 / 218\ 000 * 2,4$ miljoonaa kuluttajapakettia vuodessa = 24 000 pakettia vuodessa
 - 20% pakettimäärän kasvulla $2200 / 218\ 000 * 5,2$ miljoonaa kuluttajapakettia vuodessa = 52 000 pakettia vuodessa
- Yhteenvedon arvioimme, että **noin 70 -140 pakettia per päivä toimitetaan alueelle ja alueelta**, jos toimitukset jakautuisivat tasan. Todellisuudessa marras-joulukuussa on merkittävä pakettikuljetuspiikki, joten toimitusmäärät eivät jakaudu tasaisesti, joten toimitusmäärät vaihtelevat merkittävästi.
- Luvut sisältävät kaikki kuljetusmuodot mukaan lukien noutopaketit ja ruokalähettiloimitukset, ja arvioihin tulee suhtautua korkeintaan suuntaa antavina, koska niiden pohjalla on merkittävä määrä oletuksia, ja keskiarvostamista.

[1] Hartaanselänrannan 564-2462 Kaupallinen selvitys; 15.12.2020; Robots.Expert analyysi

Hartaanselän alueella liikkuneet dronella muutama paketti päivässä vuonna 2029

Kaupunki-ilmailun kysyntäennuste asemakaava-alueella

- Kaupunki-ilmailun trendien valossa merkittävimmät sovelluskohteet pakettitoimituksille kohdistuvat verraten pieniin, muutaman kilogramman paketteihin. Hartaanselänrannan alueella odotamme, että kysynnän kärkipäässä ovat:
 - Terveystoimitukset kuten lääketoimitukset sekä asukkaiden laboratorionäytteiden noudot analysoitavaksi
 - Valmisruokatilaukset
 - Verkko-ostosten pikatoimitukset
 - Pikapakettinoudot alueelta
 - (Rajoitetusti paikallisten liikkeiden pikatäydennykset)
 - Muut toimitukset
- Dronepakettitoimitusten osuus kokonaistoimituksista on vaikea ennustaa kun ala on vasta kehittymässä, joten annamme kolme skenaariota mahdollisista dronepakettimääristä vuonna 2029
 - Pessimistinen, jossa 1% paketeista toimitetaan droneilla, eli 260 – 520 pakettia vuodessa, keskimäärin 5 – 10 toimitusta viikossa
 - Realistinen, jossa 4% paketeista toimitetaan droneilla, eli 1000 – 2100 pakettia vuodessa, keskimäärin 3-6 toimitusta päivässä
 - Optimistinen, jossa 10% paketeista toimitetaan droneilla, eli 2600 – 5200 pakettia vuodessa, keskimäärin 7 – 14 toimitusta päivässä
- Asukkaiden elämänlaatuun alueella vaikuttanee eniten terveydenhuollon dronelogistiikkapalvelut, kuten laboratorionäytteiden noutaminen dronella analysoitaviksi ilman, että asukas joutuu itse kulkemaan vastaanotolle.

Ilmataksi ei liene merkittävä liikennemuoto Hartaanselän alueella

Kaupunki-ilmailun kysyntäennuste asemakaava-alueella

- Ilmataksiliikennettä emme nykyvalossa näe merkittävänä liikennemuotona Hartaanselänrannan alueella/alueelta. Ilmataksien hyöty on suurimmillaan, kun on tarve kuljettaa ihmisiä nopeasti ja ympäristöystävällisesti ohi eri esteiden (ruuhkat tai maantieteelliset esteet). Alueelle on erinomaiset maakuljetusyhteydet, joten ilmataksien tuoma hyöty lienee marginaalinen.
 - HEMS/ambulanssilennot: Koska yliopistollinen keskussairaala on alle 10 minuutin ajomatkan päässä on lisähyöty ilmataksiambulanssista vähäinen
 - VIP kuljetukset: Lennot esimerkiksi Oulun lentoasemalle säästäisi aikaa, mutta sähköautollakin matkan taittaa alle 20 minuutissa ilman ruuhkia, joten siinäkin hyöty on marginaalinen
 - Turismi / elämyslennot: Hartaanselänranta ei ole pääosin turistikohde, joten tämä tarve jäänee olemattomaksi
 - Reittilennot ”ilmabussi”: Oulun alueella ei ole sellaisia maantieteellisiä tai ajallisia hidasteita joka perustelisi ilmabussien käyttöä.

Laskeutumispaikkojen optimaaliset sijainnit

Hartaanselänranta 564-2462

Oletukset ja rajaukset laskeutumispaikkojen sijainnin määrittämiselle

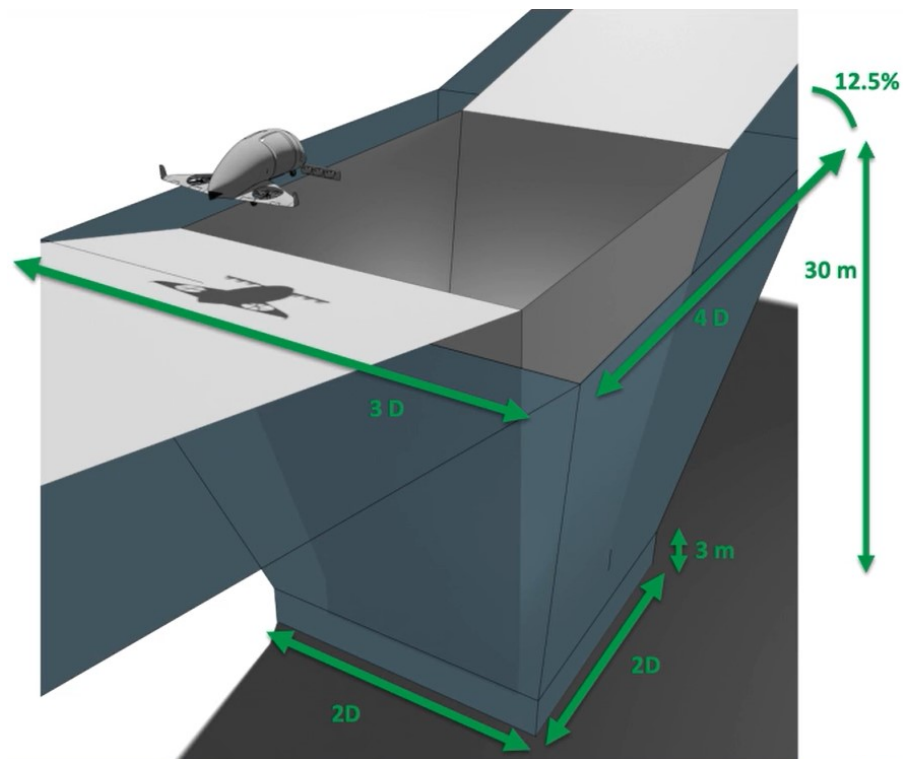
Laskeutumispaikkojen optimaaliset sijainnit

- Päätettiin käsitellä laskeutumispaiikkoja vain pystysuoraan laskeutuvia ja nousevia ilma-aluksia (VTOL). Kiitotietä vaativia ilma-aluksia lähtökohtaisesti soveltuvat operoitaviksi asuntoalueista vain erikoistapauksissa, kuten kaupunkilentopaikoista.
- Päätettiin tarkastella kahdenkokoista- ja painoista ilma-alustyyppiä, joka edustaa toisaalta yksilöllisiä pakettitoimituksia/-noutoja ja toisaalta henkilötaksi-/ambulanssiliikennettä.
 - Pieni logistiikkadrone, joka suurin halkaisija on **alle kolme (3) metriä**
 - Ilmataksi – kokoluokka, jonka suurin halkaisija on **alle 12 metriä** (esim. EHANG E216, Joby Aviation S4 tai Volocopter 2X)
- Sijaintitarkastelussa huomioidaan
 - Kaupunki-ilmailupalveluiden saavutettavuus
 - Tilavaatimukset maassa
 - Esteettömät lähestymis-/lähtöreitit
 - Melurajoitukset
 - Suojaustarpeet, eli alla olevien ihmisten ja infran suojaaminen
 - Ilmatilan käyttöön liittyvät kytkökset ja rajoitukset
 - Yleiset tuulensuunnat ja turbulenssin todennäköisyys
 - Tekniset seikat, kuten paikannusteknologian ja langattomien tietoliikenneyhteyksien toimivuus
 - Pelastus- ja huoltoväylät

Laskeutumispaikkojen ympärillä pitää olla esteetöntä ilmatilaa

Laskeutumispaikkojen optimaaliset sijainnit

EASA:N JULKAISEMA ALUSTAVA LASKEUTUMISPAIKKOJEN
ILMATILAVAATIMUSMALLI



Lähde: VTOL trajectories and vertiports – EASA, marraskuu 2021

YHTEENVETO

- <3 metrin logistiikkadronien 6m x 6m laskeutumispaikan yläpuolella oltava esteistä ja merkittävistä tuulipyörteistä vapaata tilaa, joka kasvaa 9m x 12m kokoiseksi kaukaloksi 30 metrin korkeudessa, ja josta saapumisreittien suuntaan estevapaa käytävä nousee 12,5 asteen kulmalla
- <12 metrin ilmataksien 24m x 24m laskeutumispaikan yläpuolella oltava esteistä ja merkittävistä tuulipyörteistä vapaata tilaa, joka kasvaa 36 x 48m kokoiseksi kaukaloksi 30 metrin korkeudessa, ja josta saapumisreittien suuntaan estevapaa käytävä nousee 12,5 asteen kulmalla
- Siltä osin kuin laskeutumispaikat palvelee ilma-aluksia joissa on myös kiinteät siivet pitää lisäksi huomioida että niiden siirtyminen vaakalennosta paikallaan lentämiseen ja päinvastoin vaatii yli sata metriä esteetöntä tilaa tuulen suuntaisesti. Emme ole huomioineet tätä vaadetta sijaintipaikkojen suunnittelusta.

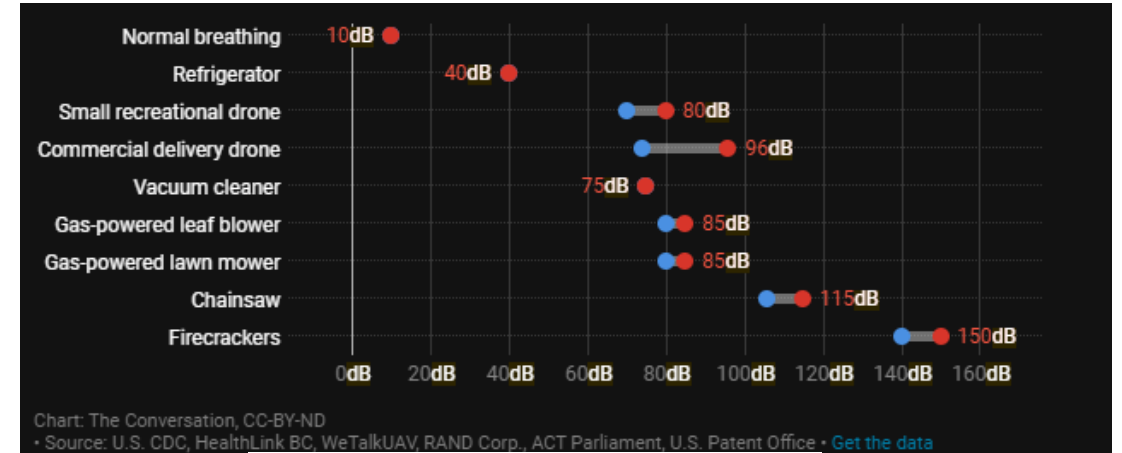
Lähde: EASA, Robots.Expert analyysi

Melukokemukseen vaikuttaa useita tekijöitä

Laskeutumispaikkojen optimaaliset sijainnit

- Kaupunkimelua luovat liikenne, rakentaminen ja teollisuus mutta myös itse rakennukset.
- Kuuloherkkyys vaihtelee ihmisten välillä, jonka seurauksena eri ihmiset reagoivat meluun eri tavalla. Mitä laajaspektrisempi ääni on sitä herkemmin se saa huomiota
- Epätavallinen ääni voi laukaista fysiologisen stressireaktion
- Toistuva melu on vaikeampi hyväksyä kuin hetkittäinen
- Melun aiheuttamia vaikutuksia ovat useita:
 - **Terveys:** Stressi ja korkea verenpaine aiheuttaa Euroopassa vuosittain 12 000 enneaikaista kuolemaa, 48 000 sydänsairausta ja 6,5 miljoonaa unihäiriötä (EEA, 2020)
 - **Kiinteistöhintoihin** vaikuttaa yksityisyysden tunne ja melutaso
 - **Ympäristövaikutukset** melusta haittavat eläinten keskinäistä viestintää, voi laukaista väkivaltaista käyttäytymistä ja vähentää biodiversiteettiä altistuneilla alueilla

Eri melulähteitä



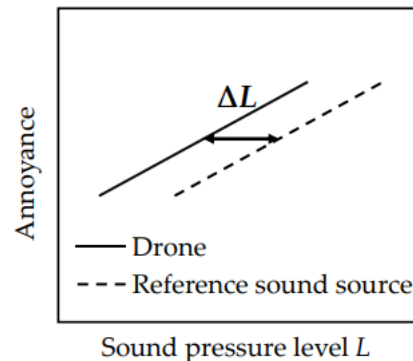
65 dB(A) leijunta 75 metrin etäisyydellä
76 dB(A) 30 metrin etäisyydellä laskun aikana

Äänen paine ei suoraan ole melutaso, vaan äänen laatu vaikuttaa myös

Laskeutumispaiikkojen optimaaliset sijainnit

ERO MELUN JA KOETUN MELUN VÄLILLÄ (PSYKOAKUSTINEN ÄÄNIPAINEERO ΔL) RIIPPUU ÄÄNEN LAADUSTA

- Toisessa tutkimuksessa, ärtymystaso todettiin samankaltaiseksi dronejen ja autojen kesken: $\Delta L = 5.6$ dB, mutta EASAn laaja mielipidemittaus raportoi että uudenlaiset melut kaupunkikuvassa koetaan ärsyttävimmiksi kuin tutut
- Dronejen leijunta matalassa korkeudessa koettiin häiritsevämmäksi kuin suihkumoottorilentokone: $\Delta L = 4-10$ dB @ 70–80 dB(A)



KAUPUNKI-ILMAILUN MELUN SYNTYYN VAIKUTTAVAT SEKÄ TEKNISET ETTÄ AERODYNAAMISET TEKIJÄT

- Aerodynaamiset meluun vaikuttavat tekijät
 - Avoin roottori vai kiinteä potkuri
 - Potkurin pyörimisnopeuden muutokset
 - Paino
 - Aerodynaaminen vastus
- Tekniset tekijät, jotka vaikuttavat melutasoon
 - Moottorit
 - Roottorit, niiden suunnittelu ja pyörimisnopeus
 - Värähtely tai resonanssi rungossa

! Kaupunki-ilmailun meluvaikutuksia pitää tutkia enemmän

Lähde: <https://theconversation.com/drones-to-deliver-incessant-buzzing-noise-and-packages-116257>; Sustainable Urban Air Mobility Supported with Participatory Noise Sensing, Hinnerk Eißfeldt, Department of Aviation and Space Psychology, DLR German Aerospace Center; EASA Study on the societal acceptance of UAM in Europe 2021 (<https://www.easa.europa.eu/newsroom-and-events/press-releases/easa-publishes-results-first-eu-study-citizens-acceptance-urban>); Robots.Expert analyysi

Suojaustarpeet, eli alla olevien ihmisten ja infran suojaaminen

Laskeutumiskojojen optimaaliset sijainnit

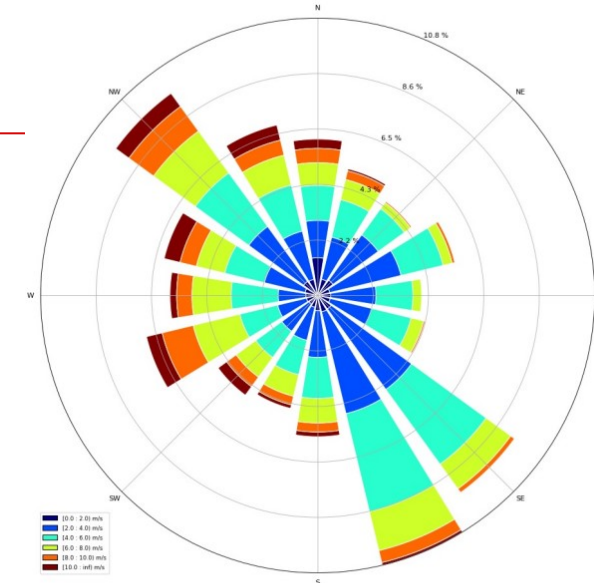
- Laskeutumiskojojen sijaintiin on otettava huomioon maariski, eli todennäköisyys aiheuttaa vaaraa ihmisille tai rakennuksille dronen vikaantuessa
- Alueet, joissa voidaan olettaa olevan enemmän ihmisiä, ovat korkean maariskin alueita
- Samaten alueet, jossa on kouluja, päiväkoteja, leikkipaikkoja tai urheilualueita kuuluvat korkean maariskin alueisiin
- Vaikka korkealla lentokelpoisuudella voidaan pienentää vikaantumistodennäköisyyttä, tässä suunnittelussa on kohonneissa maariskialueissa otettu käyttöön ehkäiseviä toimenpiteitä kuten "Vältä lentämistä"-alueet ja katetut alueet, joilla voidaan ehkäistä dronen tippuminen ihmisten päälle
- Esimerkki: Suistokeskuksen rakennus ja sen ympärillä olevat leikkipaikat
 - Suistokeskuksen ympärillä voidaan olettaa olevan paljon ihmisiä ja leikkipaikoilla lapsia
 - Leikkipaikat merkitään ala-ilmatilassa alueeksi jossa tulee välttää lentämistä; Jos dronella on painava syy lentää alueella, operaattorin tulee noudata erityistä varovaisuutta
 - Suistokeskuksen laskeutumiskojo voidaan kattaa katoksella, joka yltäisi mereen asti laiturin yli, niin että katos suojaa ihmisiä
 - Lähestyminen Suistokeskuksen laskeutumiskojoon tapahtuu lähinnä mereltä suojaavan katon yläpuolella



Yleiset tuulensuunnat ja turbulenssin todennäköisyys

Laskeutumispaiikkojen optimaaliset sijainnit

- Vallitsevat tuulensuunta on koillisesta ja tuulen nopeus keskimäärin 3 – 6 m/s
- Alailmatilan suunnitelmassa lähestymisreiteissä on otettu huomioon vallitseva tuulensuunta niin, että mahdollisuuksien mukaan suositaan koilista suuntaa lähestymisessä
- Kesä-, Heinä- ja Elokuussa keskimääräinen vallitseva tuuli on myös luoteesta. Kesäaikaan luoteesta puhaltavan tuulen johdosta lähestymisreitit suosittelemme suunnittelemaan kaakosta ja luoteesta
- Virtausmallianalyysissä on mallinnettu alueet, joissa tuulen nopeus voi ylittyä yli 15m/s. Merkittävin vaara-alue lentoreittien, ja erityisesti laskeutumispaiikkojen kannalta on koillisnurkassa Hietasaarentien ja Koskelantien risteyksen kohdalla, jossa voidaan odottaa droneille vaarallisia tuulennopeuksia
- Suosittelemme ettei laskeutumispaiikkoja sijoiteta Hietasaarentien ja Lipporannantien kulmassa oleviin rakennuksiin
- Alailmatilasuunnitelmassa alue merkitään ”varoitusta”-alueeksi



Keskinopeus havaintojaksolta 4.81 m/s
Tyyntä / ei havaintoja 0.83 %

8/7/2021
4

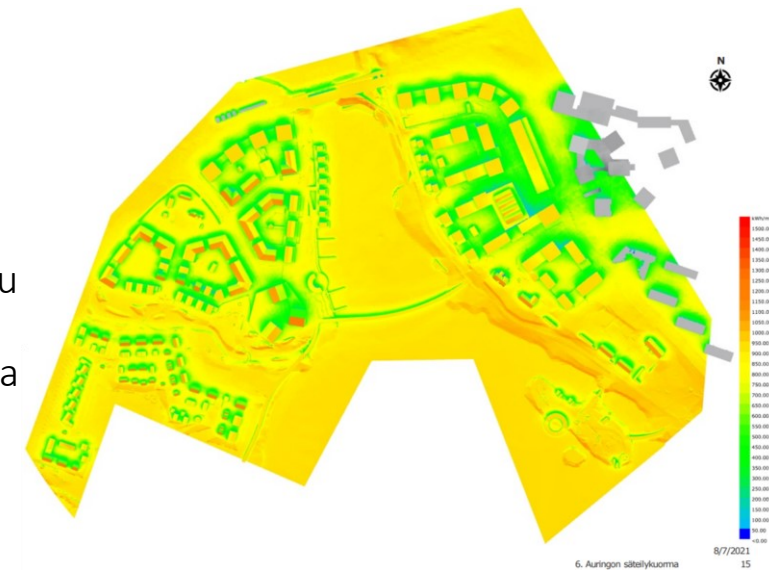
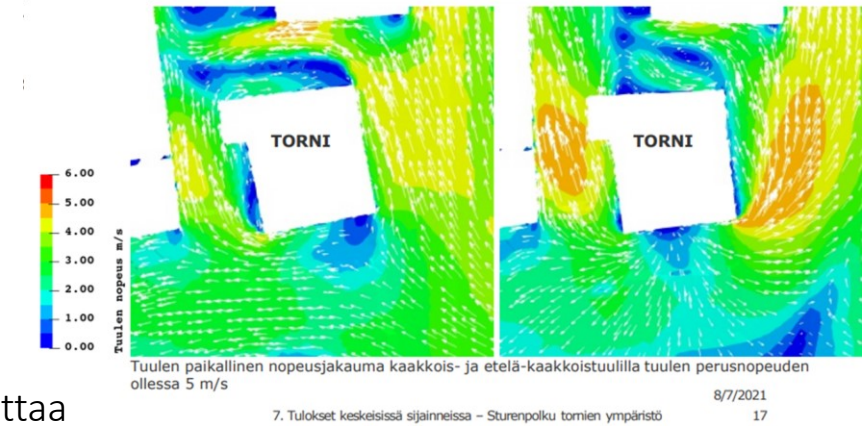
1. Kohdealueen tuulisuus tilastoja valossa - Kesäkuukaudet



Yleiset tuulensuunnat ja turbulenssin todennäköisyys

Laskeutumispaikkojen optimaaliset sijainnit

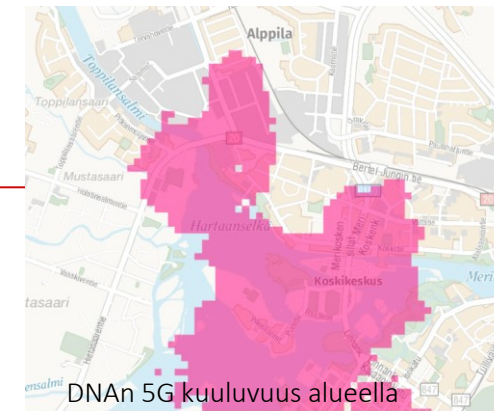
- Tornin länsipuolella, rakennusten välissä katetussa kongissa tuuli kiihtyy usein ympäröivää tuulta voimakkaammaksi.
- Tornirakennus aiheuttaa myös vertiportin lähestymisreitille turbulenssia.
- Tornin alue on merkitty alailmatilas suunnitelmassa ”varoitusta”-alueeksi
- Auringon säteilykuormasta johtuvia paikallisia termiikkejä, joista voisi olla huomattavaa haittaa kaupunki-ilmailulle, ei ole alueella havaittavissa. Hartaanrannan ranta-alueella on lievästi kohonnut riski termiikeistä johtuvaan turbulenssiin, jota ei erikseen tarvitse huomioida
- Vaakunakylän kattojen ympärillä voi esiintyä turbulenssia, mutta kattojen aurinkosäteilykuormat ovat suhteellisen pieniä yksittäisiä alueita, eikä tätä riski tarvitse erikseen huomioida
- Tuulisuus ja lämpöviihtyvyys -selvityksessä tuulisuus ja auringon säteilykuorma on mallinnettu suunnitelman perusteella jossa Vaakunakylässä ei ollut vielä suunniteltu parkkitaloa. Vaakunakylän parkkitalon katon aurinkokuorma saattaa aiheuttaa turbulenssia, jota kannattaa huomioida jos laskeutumispaikka sinne suunnitellaan



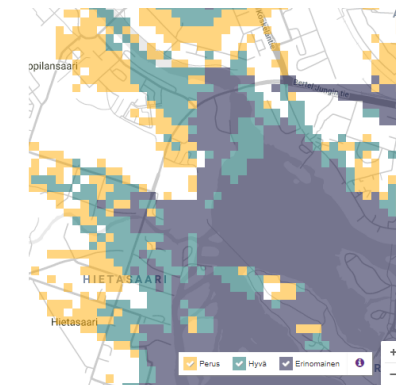
Muut tekniset seikat, kuten langattomien tietoliikenneyhteyksien ja paikannusteknologian luotettavuus

Laskeutumispaikkojen optimaaliset sijainnit

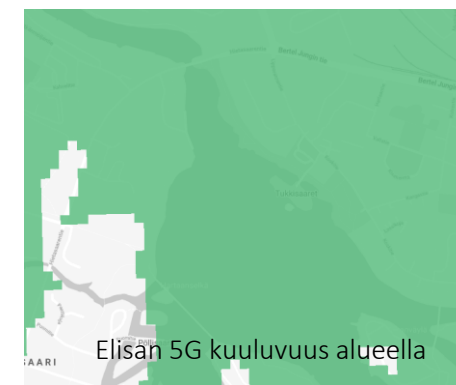
- Langattomat tietoliikenneyhteydet
 - 5G verkkojen kattavuus on Hartaanselällä hyvät
 - Paras tämänhetkinen kattavuus on Elisan 5G Verkolla ja DNA:lla kuuluvuus on heikoin
 - 4G verkkojen osalta Elisalla ei ole kuuluvuutta 600Mbit/s, eikä 300Mbit/s tiedonsiirrolla, mutta 100Mbit/s tiedonsiirrolla kuuluvuus on erinomainen
 - Telian 4G verkossa maksimi nopeus on 150Mbit/s ja sen kuuluvuus on hyvä, kuin myös hitaamman 100Mbit/s
 - DNA:n 4G kuuluvuus (aina 80Mbit/s) kattaa koko Oulun ja sen lähiympäristön
- Tietoliikenneyhteyden laatuun vaikuttavat tekijät
 - Vaikka mobiiliverkkojen kuuluvuus alueella on hyvä, katvealueita saattaa esiintyä dronen laskeutuessa tai noustessa laskupaikasta
 - Muuntamot voivat häiritä dronen radiovastaanottimia
- Paikkatiedon luotettavuuteen vaikuttavat tekijät
 - Paikkatiedon tarkkuuteen vaikuttaa GNSS signaalin heijastukset sisäpihojen lasipinnoilta
 - Muuntamot voivat häiritä paikkatietovastaanotinta ja heikentää siten paikkatietosignaalia
- Laskeutumispaikkojen suunnittelussa huomioon otettavia seikkoja
 - Laskeutumispaikkojen lopulliseen sijoitukseen tulee ottaa huomioon korttelien sähkösuunnitelmat ja erityisesti muuntamojen sijainti korttelissa ja muuntamon vaikutukset signaaleihin
 - LuxTurrin5G pylväiden sijoittelu laskeutumispaikkojen yhteyteen voisi parantaa tietoliikenteen ja paikkatiedon laatua



DNA:n 5G kuuluvuus alueella



Telian 5G kuuluvuus alueella

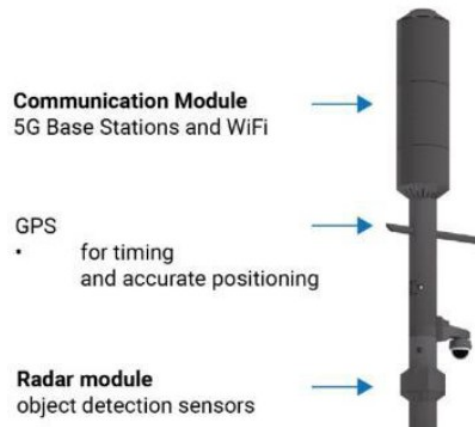


Elisan 5G kuuluvuus alueella

LuxTurrim5G –projektin tuloksia voisi hyödyntää langattomien tietoliikenne- ja paikannushaasteiden ratkaisuissa laskeutumispaiikkojen yhteydessä

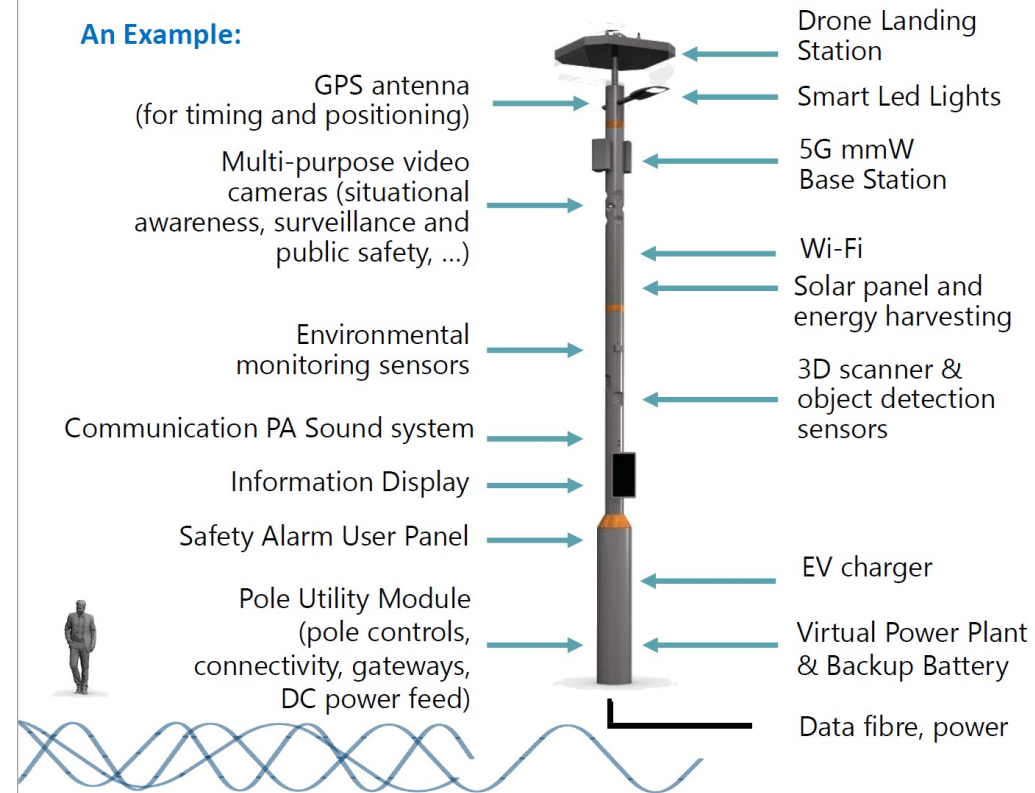
Laskeutumispaiikkojen optimaaliset sijainnit

LuxTurrim –tyyppinen ratkaisu voisi tarjota varmat yhteydet, tarkkaa paikannusta sekä kenties varmistaa ettei laskeutumispaiikoilla ole esteitä



LuxTurrim5G Smart Pole Family concept

An Example:



LuxTurrim 5G



Huolto- ja pelastusajoneuvoreitit soveltuvat myös laskeutumispaikkojen huoltoon

Laskeutumispaikkojen optimaaliset sijainnit

- Laskeutumispaikkojen sijoittelussa otettiin huomioon myös pääsy huoltoajoneuvoille, sekä pelastusajoneuvoille
- Hartaanselkään suunnitellut huoltoreitit soveltuvat hyvin myös laskeutumispaikkojen ja rikkoutuneiden dronejen tai ilmataksien huoltoajolle
- Hartaanselkään suunnitellut pelastusajoneuvojen reitit niin ikään soveltuvat hyvin laskeutumispaikkojen pelastussuunnitelmiin



Lähde: Asemakaavan selostus, Robots.Expert analyysi

Dronelogistiikka voi palvella sekä pakettien noutopisteillä että kotiinkuljetuksilla

Laskeutumispaiikkojen optimaaliset sijainnit

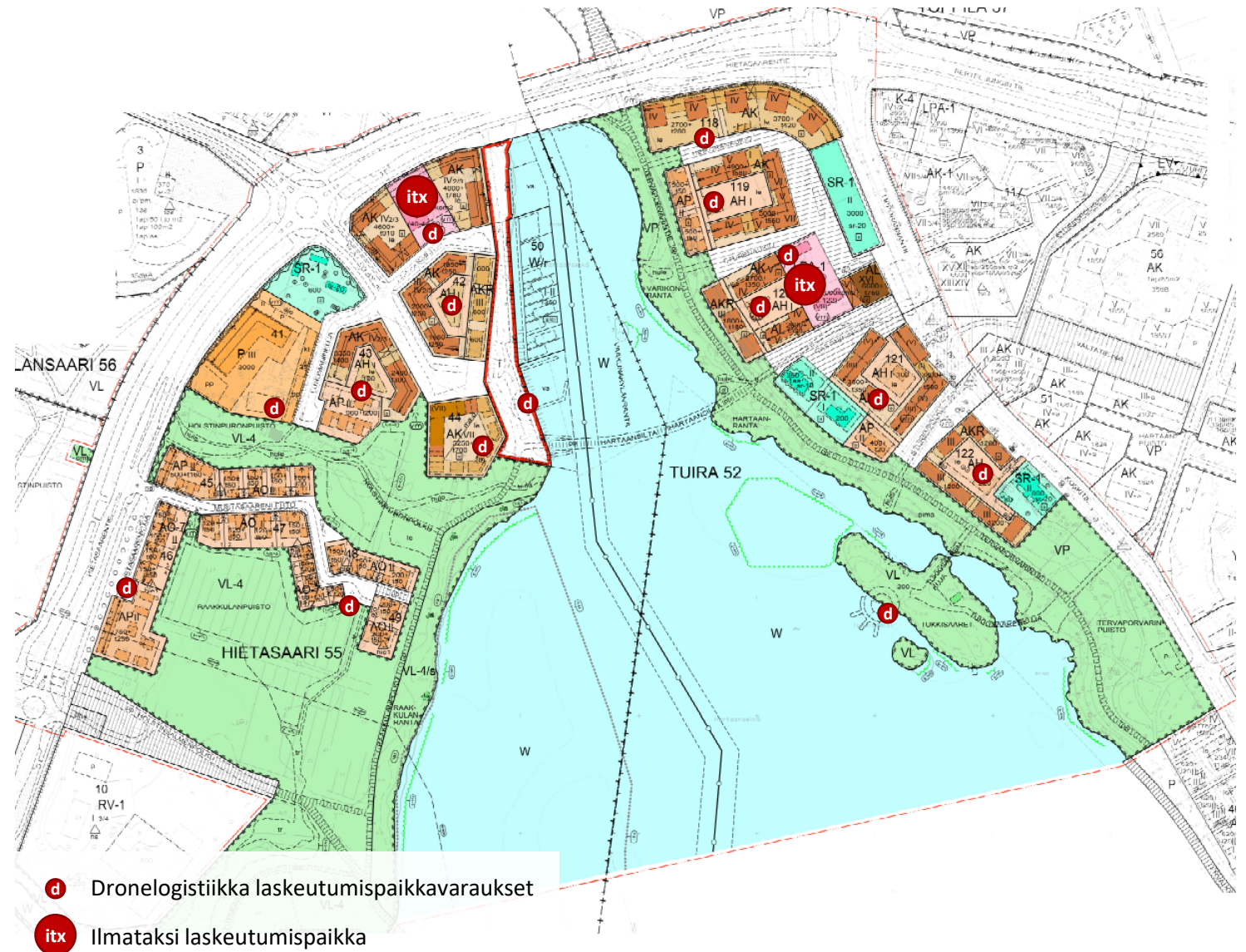
- Sekä päivittäistavara- että erikoiskaupassa sovelletaan kolmentyyppistä tavaroiden jakelumallia: kivijalka, noutopiste sekä kotiinkuljetus, joista kaksi viimeistä ovat etäasioinnin jakelukanavia. Kaupunki-ilmailun logistiikkapalvelut voidaan hyödyntää sekä noutopisteen täydennyksessä että kotiinkuljetuksessa. Tällä tarkoitetaan sekä fyysisten lähetysten vientiä, että niiden noutamista.
- **Noutopiste** - Hyvän palvelusaavutettavuuden määrittämisessä käytetään usein 5 – 10 minuutin (400 – 800 metriä) kävelymatka enimmäisrajana. Oulun kaupungin liikennesuunnittelussa on käytössä oletus, että suurin varteenotettava etäisyys bussipysäkille on 500 metriä. 500 metriä vastaa neljän km/h kävelyvauhdilla 7,5 minuuttia ja kuuden km/h kävelyvauhdilla 5 minuuttia. Olemme käyttäneet samaa 500 metrin kävelyetäisyyttä rajaamaan noutopistetoimitusten vaikutusalueita.
- **Kotiinkuljetus** - Kotiinkuljetus ilmaitse kerrostaloasumisympäristössä ei ennustettavalla jaksolla tarkoita, että ilma-alus toimittaisi palveluita suoraan jokaiselle ikkunalle tai parvekkeelle. Olemme asiantuntijaolettamana valinneet, että kaupunki-ilmailussa kotiinkuljetus tarkoittaa kuljetus laskeutumispisteeseen, joka sijaitsee vähintään samassa korttelissa.
- Pakettitoimituksia varten laskeutumispaiikkoja voi sijoittaa korttelitalojen sisäpihoille, mutta myös liiketilojen yhteyteen.
- Liiketilojen yhteydessä oleviin laskeutumispaiikkoihin logistiikkadronet voivat tuoda lähetyksiä, ja näistä laskeutumispaiikoista voitaisiin myös lähettää esimerkiksi ruokaa ja juomaa. Liiketiloissa olevat laskeutumispaiikat näin ollen palvelevat asukkaita lähialueella, yrityksiä että vierailijoita.

[1] <https://morphocode.com/the-5-minute-walk/> (haettu 8.11.2021)

Suosittellemme 15 paikkavarausta laskeutumispaikoiksi

Laskeutumispaikkojen optimaaliset sijainnit

- Tässä luonnoksessa on otettu huomioon laskeutumispaikat joihin suosittellemme tekemään varaukset
- Luonnoksessa on oletettu, että dronetoimituksia on yli kymmenen päivässä (2030 jälkeen)
- Luonnos perustuu skenaarioon että asukkaiden odotus dronetoimituksille on lähitoimitus omaan kortteliin. Tästä syystä laskeutumispaikat on pääsääntöisesti suunniteltu korttelitaloihin
- Varikkorakennukseen päätettiin olla tekemättä varausta korkean maariskin takia
- Tukksaaren melontakeskukseen suosittellemme tekemään varauksen, josta vieraat voisivat noutaa ruokalahetyksiä
- Porrastalon laskeutumispaikka vaatii tarkempia luonnoksia porrastalosta liiketilojen helppokulkuisuuden arvioimiseksi
- Porrastalon vaihtoehtoinen sijainti on Suistokeskuksen rakennuksessa, joka palvelisi liiketilojen lisäksi mahdollista Suistokeskuksen kahvilaa, josta voisi tehdä ruokalahetyksiä mm. Tukksaareen
- Kaavailtuun kouluun voisi varata laskeutumispaikka, mutta sen toteutus ja sijoittelu riippuu tontin käyttäjän tahtotilasta
- Ilmatakien laskeutumispaikkojen varauksen tekemistä suosittellemme ainakin yhden pakkitalon yläkerrokseen



Lähde: Robots.Expert analyysi

Suosittellemme toteuttaa 1 - 2 laskeutumista asuntomessuille

Laskeutumista optimaaliset sijainnit



- Suosittelemme toteuttaa 1 -2 laskupaikkaa pakettikuljetuksille dronella
- Yksi laskeutumista voisi suunnitella palvelemaan myös messuaikana vierailijoita. Laskeutumista voisi tuoda esimerkiksi ruokaa ja juomaa Asuntomessujen vieraille yhteistyössä jonkun ravintolan tai kahvilan kanssa sekä dronepalvelutoimittajan yhteistyössä
- Suistokeskuksen laskeutumista toimisi luontevimmalta paikalta palvella vierailijoita dronella. Asiakkaiden suojaaksi tulisi silloin rakentaa rannan ja Suistokeskukseen välille katos tai suojaverkko, jonka alta asiakkaat voivat turvassa kokea drone-toimituksia aitiopaikalta
- Korttelin 43 laskeutumista toimisi hyvänä uudenaikaisena kaupunki-asumisen esimerkkikorttelina jossa toteutuisi myös pakettien korttelitoimitukset droneilla
- Varikon parkkitalon dronelaskeutumista paikan yhteyteen voitaisiin harkita drone-toimituksilla toimivaa pop-up kahvilaa, joka palvelisi asuntomessujen ajan
- Päätös toteutettavasta laskeutumista paikasta suosittelemme tehtäväksi myöhemmin yhdessä dronepalvelutuottajien kanssa

D Dronelogistiikka laskeutumista paikkaehdotus

Varikon laskeutumipaikkojeniden varaukset

Laskeutumipaikkojen optimaaliset sijainnit

- Tuulen virtausmallianalyysissä Varikon alueella korttelin 11 pohjoispuolella saattaa esiintyä voimakasta tuulta, joten laskeutumipaikan varaus tulisi tehdä mahdollisimman kauaksi Hietasaarentien ja Koskelantien risteystä
- Pysäköintitalon katolle varataan laskeutumipaikka, joka palvelee Varikon, pysäköintitalon ja Tornitalon liiketiloja. Pysäköintitalon pakettidronen laskeutumipaikka ehdotamme rakennettavaksi jo Asuntomessuille
- Muut korttelilaskeutumipaikat voidaan varata korttelitalojen yhteyteen
- Varaus ilmataksin laskeutumipaikalle suosittelemme tehtäväksi parkkitalon ylimpään kerrokseen huomioiden logistiikkadronelaskeutumipaikkaa sekä Tornitalon ajoittain aiheuttamaa voimakasta turbulenssia
- Emme suosittele laskeutumipaikkaa Varikkorakennukseen eikä Varikkoaukioon, koska alueelle kaavaillaan tapahtuma-aluetta ja paljon ulkosalla liikkuvia ihmisiä
- Varikon parkkitalo suunnitellaan liikkumisen hubiksi. Osaksi liikkumisen hubia ja kaupunki-liikkumisen multimodaalisuuden henkeä suosittelemme pohtimaan voisiko katolle Asuntomessujen ajaksi rakentaa prototyyppi ilmataksin laskeutumipaikasta, joka toimisi kansainvälisenä näyteikkunana tulevaisuuden kaupunkiliikkukselle



Hartaanrannan laskeutumispaidat

Laskeutumispaidkojen optimaaliset sijainnit

- Hartaanrannan kortteleihin tulisi tehdä varaus samaan tapaan kuin Varikon alueella
- Korttelilaskeutumispaidkojen lisksi varaus suosittelemme tehtäväksi myös Tukkisaaren melontakeskuksen katolle, joka palvelisi Tukkisaaren vieraita
- Jos Tukkisaaren perustetaan ravintola, laskeutumispaidka mahdollistaisi ruokalähetykset alueelle tai vaihtoehtoisesti lähialueen muut ravintolat voivat lähettää ruokaa Tukkisaaren alueelle tapauksessa jossa Tukkisaaren melontakeskuksessa ei olisi omaa ravintolaa
- Kummatkin skenaariot edesauttaisivat Tukkisaaren kehittymistä melonta- ja kalastuselämyskeskukseksi

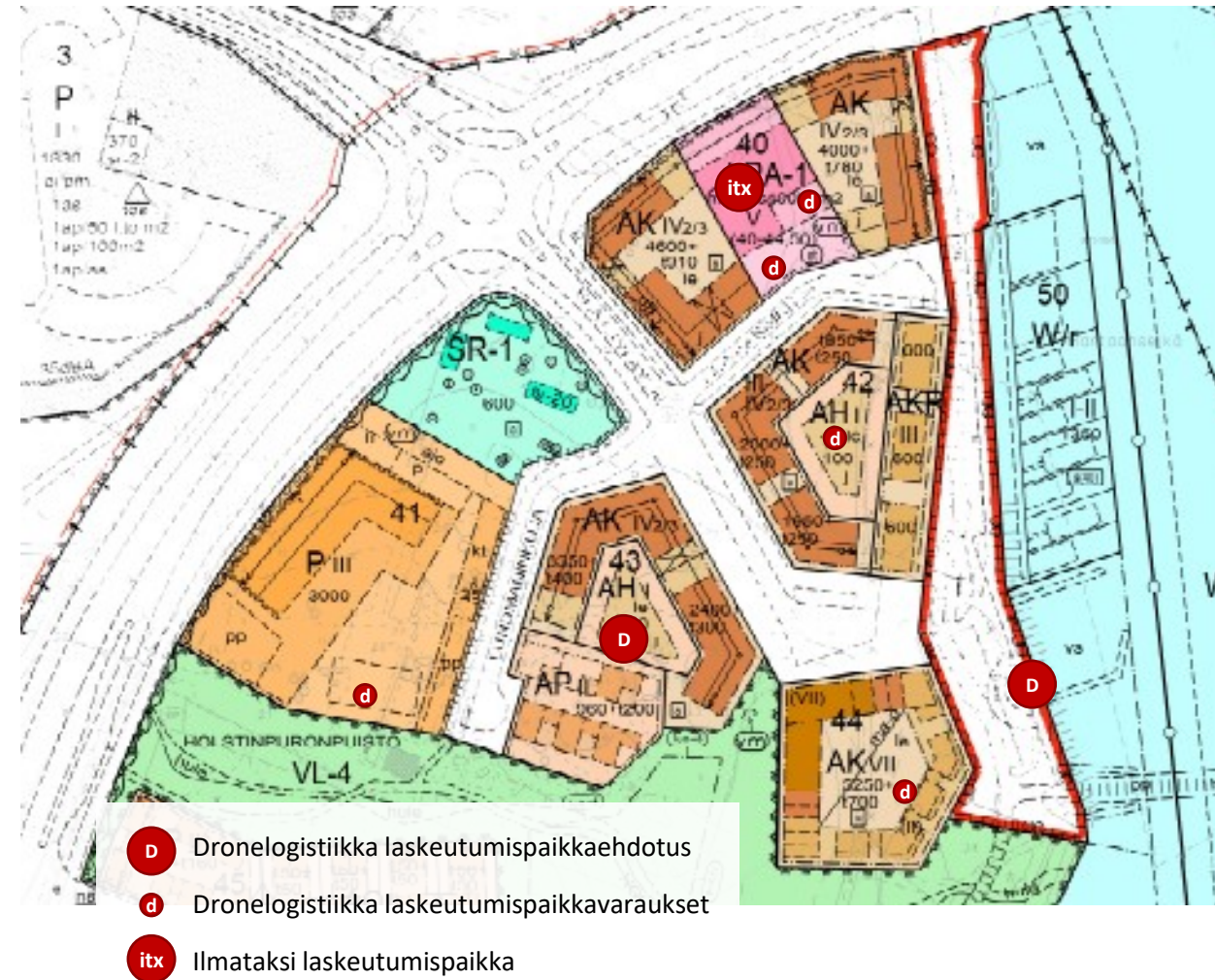


Lähde: Robots.Expert analyysi

Vaakunakylän laskeutumispaidat

Laskeutumispaidkojen optimaaliset sijainnit

- Vaakunakylän laskeutumispaidoista varaukset on järkevä tehdä korttelitalojen yhteyteen ja parkkitalon katolle
- Suosittelemme varaamaan tilaa Parkkitalon katolle ilmataksin laskeutumispaidalle. Todettakoon, että Varikkoalueen laskeutumispaidka ilmataksille on painoarvoltaan tärkeämpi koska se palvelee isompaa väkijoukkoa niin Hartaanselän ulkopuolelta, kuin Vaakunakylän asukkaille, joille kävelymatka Varikon laskeutumispaidalle olisi n. 10 minuuttia
- Suistokeskuksen katolle sijoitettava laskeutumispaidka arvioidaan olevan keskeisellä paikalla joka palvelisi asukkaita, vierailijoita sekä tornitalon liiketiloja
- Jos Suistokeskukseen rakennetaan ravintola/kahvio, laskeutumispaidka mahdollistaa ruokalähetykset lähialueille
- Jos Suistokeskukseen ei tule ravintolaa/kahviota, laskeutumispaidka mahdollistaa ruokalähetykset Suistokeskukseen ja siten palvelisi länsipuolen asukkaita ja vierailijoita
- Suistokeskus on lähellä leikkikenttää ja sen läheisyydessä arvioidaan olevan paljon ihmisiä, joka voi vaatia suojausratkaisuja
- Koska nykyisen tiedon valossa Suistokeskuksen rakentuminen ei ole varmaa asuntomessuille, ehdotamme toissijaisen laskeutumispaidkan kortteliin 43, kuitenkin niin että jos suunnitelmat Suistokeskuksen osalta muuttuvat, sen laskeutumispaidkan rakentamista priorisoitaisiin
- Korttelissa 43 esitellään uutta kaupunkiomakotitaloasumista. Tähän uuteen asumiskonseptiin voitaisiin lisätä myös dronetoimitukset ja siksi yksi Asuntomessuille rakennettavista laskeutumispaidoista voisi sijaita korttelin 43 korttelitalossa



Lehtokylän laskeutumispaidat

Laskeutumispaidkojen optimaaliset sijainnit

- Lehtokylän alueen laskeutumispaidkoilla ei ole merkittäviä paikkavalintaa ohjaavia tekijöitä
- Yksi monista soveltuvista laskeutumispaidkoista on yhteisötalon katto
- Alueella on myös monia muita potentiaalisia laskeutumispaidkoja. Tarkka sijaintivalinta on syytä tehdä dronepalvelutuottajan kanssa



Lähde: Robots.Expert analyysi

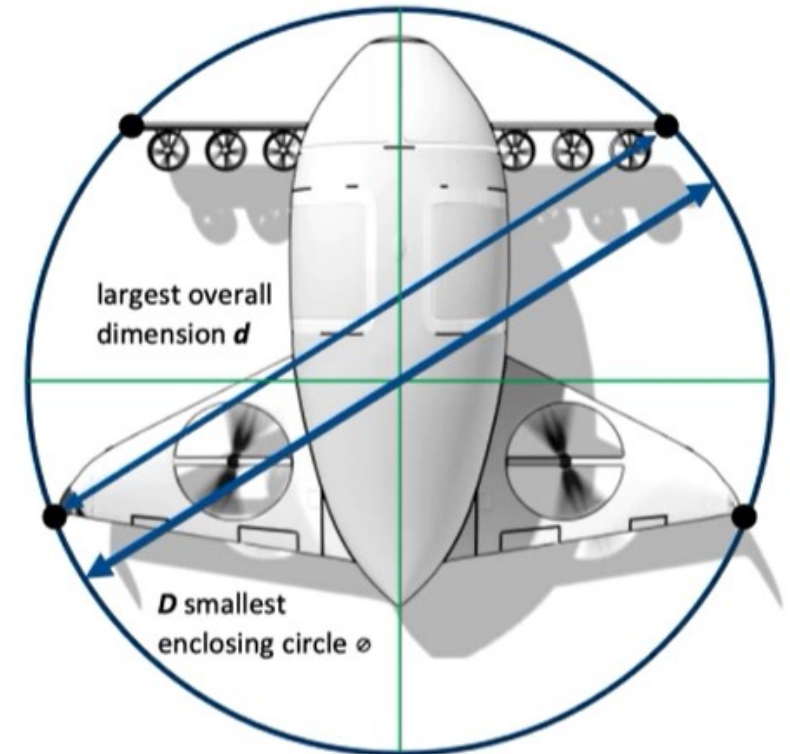
Laskeutumispaikkavaatimusten kuvaus

Hartaanselänranta 564-2462

Ilma-alusten koko vaikuttaa suoraan laskeutumispaikkojen kokoon

Laskeutumispaikkavaatimusten kuvaus

- Tässä kuvatut laskeutumispaikat soveltuvat vain pystysuoraan laskeutuviin ja nouseviin ilma-aluksiin (VTOL).
- Tilavaatimuksia VTOL laskeutumispaikoissa ohjaa ilma-alusten suurin halkaisija (D). 'D' on pienin ympyrä jonka sisälle koko ilma-alus mahtuu, ylhäältä katsottuna.
- D voidaan myös johtaa ilma-aluksen suurimmasta mitasta (d) kaavalla $D = 2/\sqrt{3} \times d$
- Tässä käsittelemme vaatimukset kahdenkokoisille ja painoista ilma-alustyyppille, joka edustaa toisaalta yksilöllisiä pakettitoimituksia/-noutoja ja toisaalta henkilötaksi-/ambulanssiliikennettä:
 - Pieni logistiikkadrone, jonka D on alle kolme (3) metriä
 - Ilmataksi – kokoluokka, jonka D on alle 12 metriä

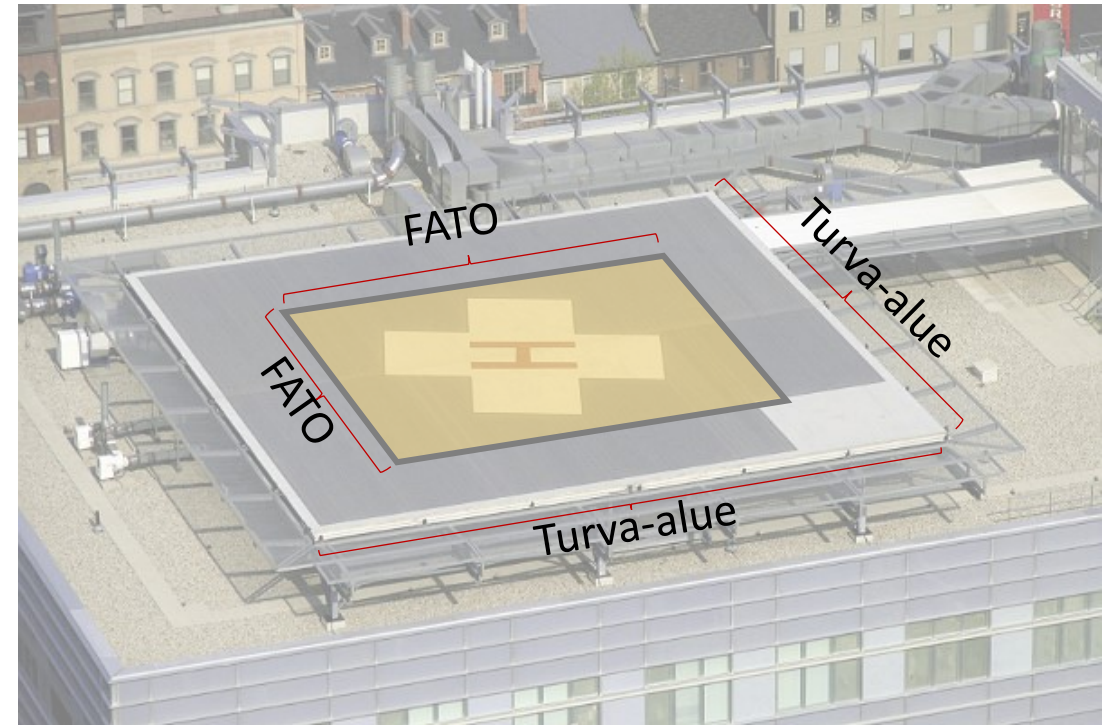


Lähde: EASA

Kokovaatimukset laskeutumispaikoille (Vertiport)

Laskeutumispaikkavaatimusten kuvaus

- Standardointi- ja määräytyö ei ole vielä valmis vaatimusten osalta missään päin maailmaa. Koska Robots.Expert osallistuu useaan standardointiorganisaation työhön tällä saralla, pystymme antamaan valistuneen näkemyksen tulevista vaatimuksista.
- FATO (Final Approach & Takeoff Area) = $1,5 \times D$. Tämä alue on oltava alustaltaan yhteneväinen, ja ilma-aluksen on voitava laskeutua mihin tahansa FATO alueen sisälle.
- Total Landing Area = $FATO + (2/3) \times D = 2 (1/6) \times D$. Tämä alue on oltava suojattu ja vapaa esteistä, niin ettei siellä ole ihmisiä tai tavaroita lento-operaatioiden aikana.
- On myös mahdollista, että dronejärjestelmävalmistajalla on oma, räätälöity laskeutumisjärjestelmänsä. Sen vaatima tila on todennäköisesti hyvin linjassa tässä esitettyjen mittojen kanssa.

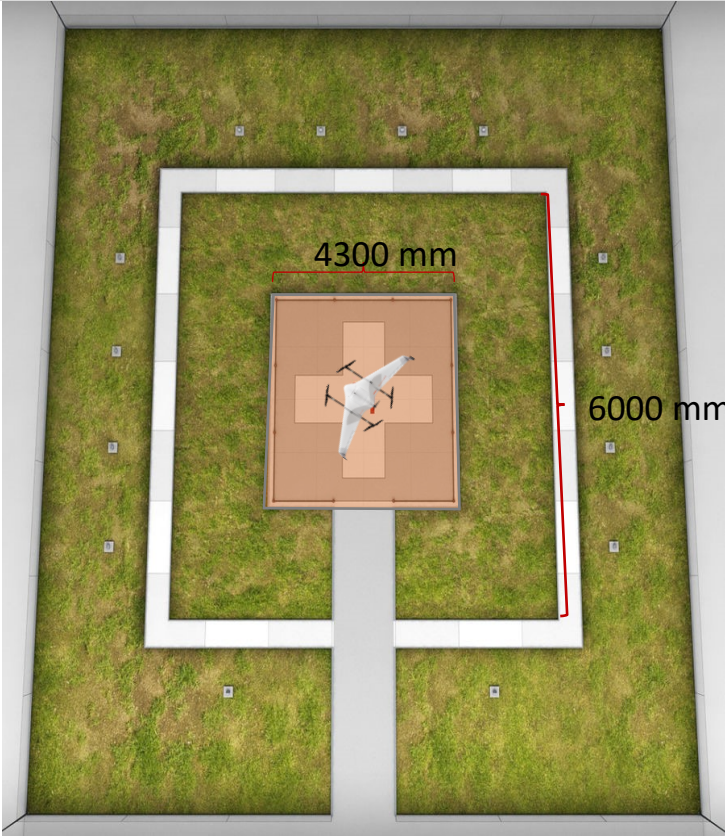


Lähde: ASTM WK59317

Laskeutumispaikoille varattava 36 – 576 m² suojatilaa maassa

Laskeutumispaikkavaatimusten kuvaus

<3 M DRONEILLE VARATTAVA 6 M X 6 M SUOJA-ALUE



<12 M ILMATAKSEILLE VARATTAVA 24 M X 24 M SUOJA-ALUE

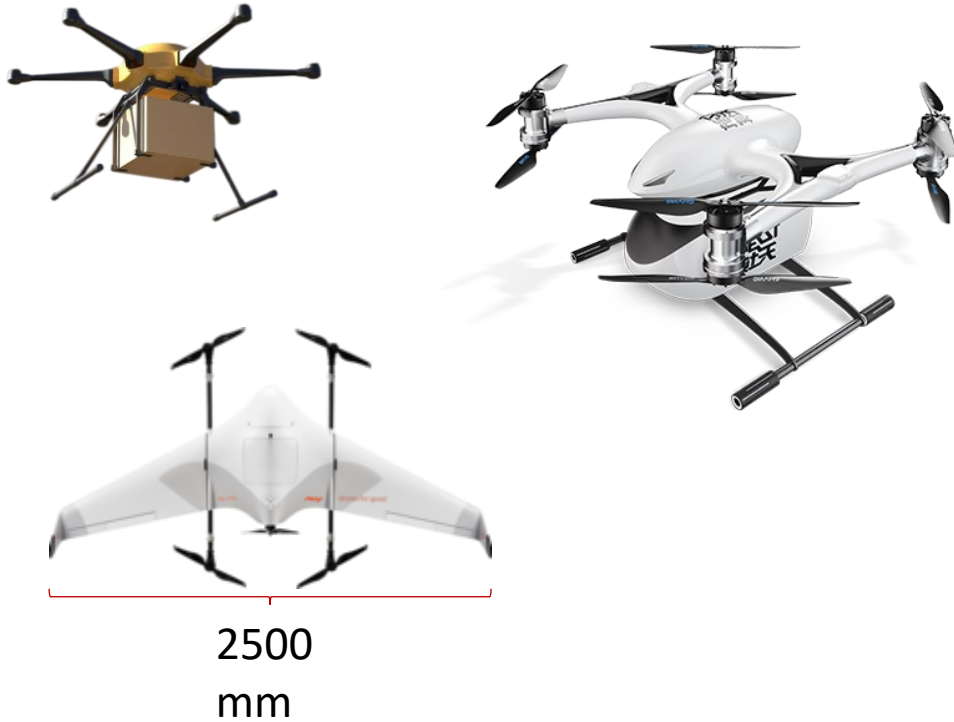


Lähde: Robots.Expert

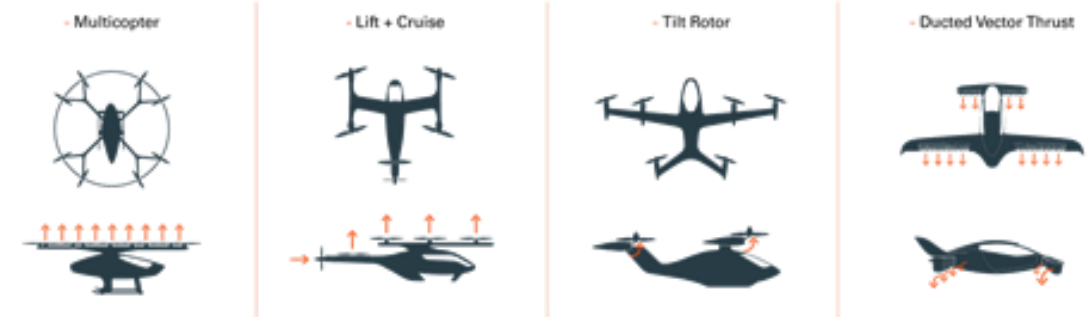
Esimerkkejä soveltuvista logistiikkadroneista ja ilmatakseista

Laskeutumispaikkavaatimusten kuvaus

ESIMERKKEJÄ PIENISTÄ <3 M LOGISTIKKADRONEISTA



ESIMERKKEJÄ ILMATAKSEISTA



Eri ilmataksityyppejä. Credit Lilium



EHANG 216 2-paikkainen ilmataksi. Credit EHang Scandinavia

Esimerkkejä nykyisistä, integroiduista laskeutumispaikoista

Laskeutumispaikkavaatimusten kuvaus



HUOM! Esimerkkilaskeutumispaikkakalusteet vaativat tilaa vain dronen enimmäiskoon mukaan, joka esimerkeissä on johdonmukaisesti pienempi kuin kolme metriä. Suosittelemme silti tekemään tilavaraukset kolmen metrin droneja varten.



Lähteet: Ehang, Valqari, Antwork, Matternet

Alailmatilan alustava suunnitelma

Hartaanselänranta 564-2462

Ala-ilmatilan käyttöä suunnitellaan mm. DroLo -projektissa

Alailmatilan alustava suunnitelma

- Business Finland osarahoittamassa ja VTT koordinoimassa DroLo-projektissa tutkitaan, kehitetään ja pilotoidaan ratkaisuja alailmatilan liikenteenhallintaan, 5G-yhteyksiin sekä painetun ja sulautetun elektroniikan hyödyntämiseen.
- Hartaanselkä on tunnistettu yhtenä toimipisteenä DroLo laskeutumistaikaverkostossa, ja Fintraffic ANS on vahvistanut, että dronelentoja alueelle voitaneen hyvinkin suorittaa esimerkiksi veden päältä.

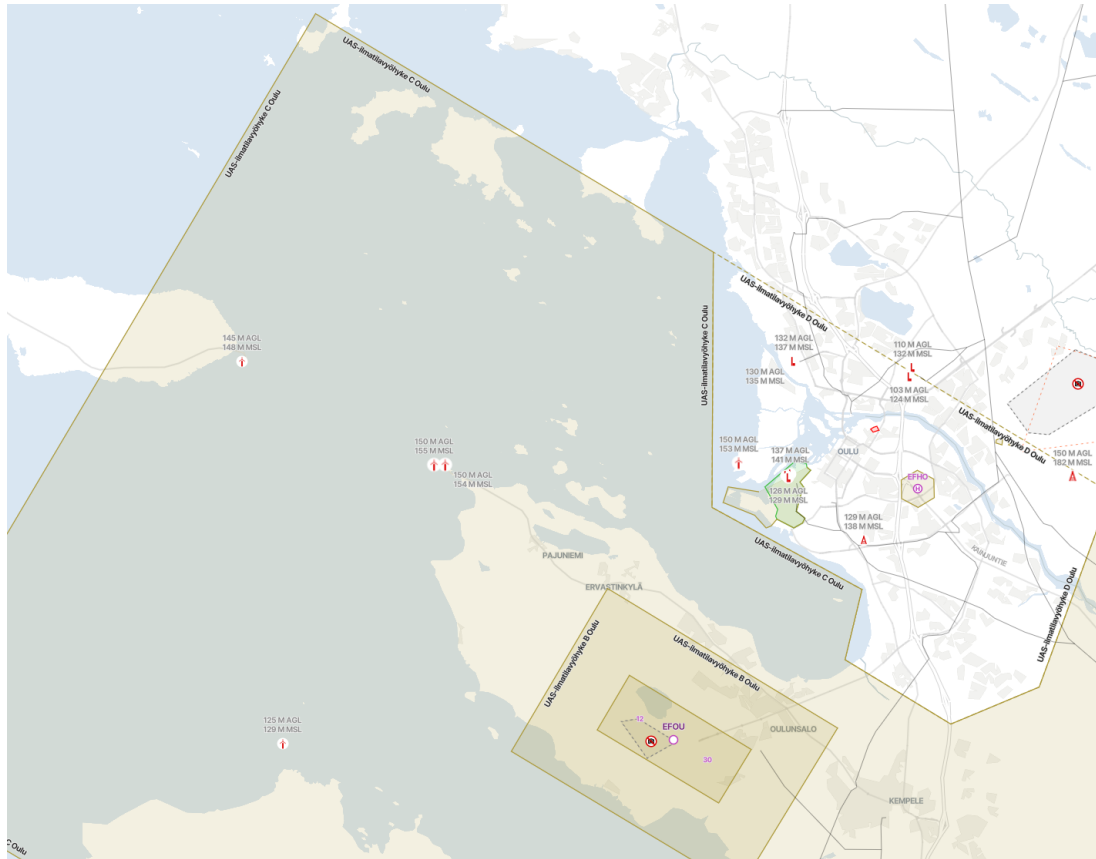


Lähde: VTT; <https://www.vttresearch.com/fi/uutiset-ja-tarinat/merkittava-avaus-droonien-ammattimaiseen-kayttoon>

U-space ilmatilojen perustaminen ja operointi ilmatilan käyttöön liittyviä avainkysymyksiä

Alailmatilan alustava suunnitelma

HARTAANSELÄNRANTA SIIJAITSEE UAS-ILMATILAVYÖHYKKEESSÄ 'D'



Kuva: Aviamaps.com

Lähde: <https://aviamaps.com/map?drone>; robots.expert

HARTAANSELÄN ALUE SIIJAITSEE VALVOTUSSA ILMATILASSA, MUTTA KAUPUNKI-ILMAILU ALLE 120M KORKEUDESSA EI (VIELÄ?) RAJOITETA

- UAS-ilmatilavyöhyke 'D' ehdot sallivat dronetoiminnan alle 120 metrin korkeudessa maan tai meren pinnasta, joka hyvin riittää drone- ja ilmataksitoimintaan sekä alueella toimimiseen, että hyviin saapumis- ja lähtöreitteihin muun kaupungin suuntaan.
- Ilmatilan käyttösuunnitelmat muuttunevat vuosikymmenen aikana, joten on olennaista, että Oulun kaupunki ja kaupunki-ilmailun sidosryhmät osallistuvat lausuntoihin ja valmistelutyöhön, niin että kaupunki-ilmailun toimintaedellytykset varmistuvat ja edelleen paranevat.
- Merkittävä yksittäinen ilmatilan käyttöön liittyvä virstaanpylväs on mahdollisten U-space ilmatilojen perustaminen vuodesta 2023 eteenpäin. Oulun kaupunki on jo ollut niissä keskusteluissa mukana, ja suosittelemme, että Oulun kaupunki jatkaa keskeisenä vaikuttajana U-space ilmatilojen suunnittelussa ja operoinnissa.

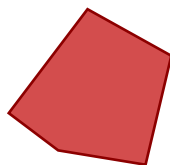
Alailmatilassa on syytä välttää korkeamman riskin alueita

Alailmatilan alustava suunnitelma

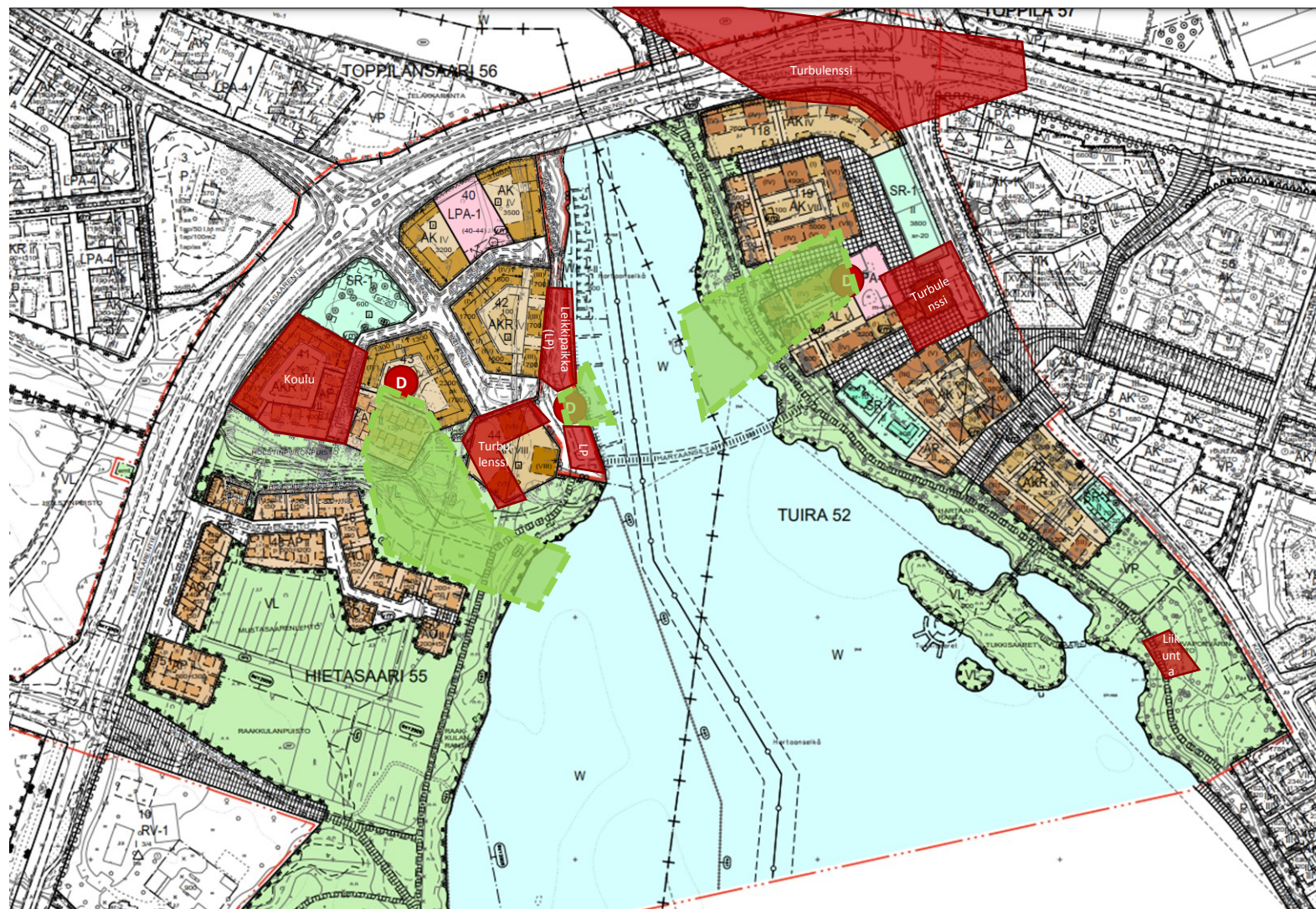
- Tärkeimmät riskit kaupunki-ilmailulle syntyvät tuulesta ja pyörteistä, sekä alla olevista ihmisistä.
- Erityisesti on syytä välttää lentämästä päiväkotij- ja koulualueiden yläpuolella.
- Parhaat tuloreitit alueelle kulkevat veden päällä.



= alustava suositeltu lentoreitti



= välttä lentämästä. Jos on painava syy lentää alueella, noudata erityistä varovaisuutta



LIITE: Laskupaikat kortteleittain

Varikon esimerkkikorttelin (kortteli 12) laskeutumiskaikka

LIITE: Laskupaikat kortteileittain

- Varikon esimerkkikorttelissa varaus dronelogistiikan laskeutumiskaikalle olisi korttelitalon katto
- Tulevaisuudessa korttelitaloon tai korttelitalon laajennukseen voidaan sijoittaa lokerikkoja joihin drone voi toimittaa paketteja



d Dronelogistiikka laskeutumiskaikkavaraukset

Varikon esimerkkikorttelin (kortteli 13) laskeutumisaikpaikka

LIITE: Laskupaikat kortteleittain

- Kortteliin 13 sekä pakettidronen että ilmataksin laskeutumisaikpaikaksi suositlemme parkkitalon kattoa
- Lopulliset sijoitukset katolla riippuu tarkemmista suunnitelmista
- Dronen laskeutumisaikpaikka suositlemme sijoitettavaksi hissinvälittömään läheisyyteen
- Ilmataksin laskeutumisaikpaikan tarkassa sijoittelussa on otettava huomioon laskeutumisaikpaikan tilavaatimukset ja tornitalon aiheuttama turbulenssi



Varikon esimerkkikorttelin (kortteli 12) laskeutumistaikka

LIITE: Laskupaikat kortteleittain

- Varikon esimerkkikorttelissa varaus dronelogistiikan laskeutumistaikalle olisi korttelitalon katto
- Tulevaisuudessa korttelitaloon tai korttelitalon laajennukseen voidaan sijoittaa lokerikkoja joihin drone voi toimittaa paketteja



d Dronelogistiikka laskeutumistaikkavaraukset

Hartaanrannan esimerkkikorttlin (Kortteli 15) laskeutumiskaikka

LIITE: Laskupaikat kortteileittain



Lähde: Robots.Expert analyysi

Vaakunakylän Porrastalon tai Suistokeskuksen laskeutumisaikapaikka

LIITE: Laskupaikat kortteleittain

- Laskeutumisaikapaikan arviointi Porrastalon ja Suistokeskuksen läheisyydessä on haastavaa. Porrastalon laskeutumisaikapaikka palvelee tornitalon asukkaita, mutta katutaso liiketiloille Suistokeskus saattaa olla parempi sijoitus
- Laskeutumisaikapaikka on järkevä sijoittaa III kerrokseen mahdollisimman kauaksi III, IV, V, VI ja VII kerroksien julkisivuista, jotta julkisivun tuulenvaikutus voidaan minimoida
- Vallitsevan tuulen ollessa kaakosta, III kerroksesta ylöspäin nouseva julkisivu aiheuttaa turbulenssia, joka on syytä ottaa huomioon mahdollisessa sijoittelussa
- Ilman tarkempia tuulimallinnuksia Tornitalon julkisivusta on vaikea arvioida Tornitalon soveltuvuutta laskeutumisaikapaikaksi



Lähde: Robots.Expert analyysi

Suistokeskuksen laskeutumispaiikka

LIITE: Laskupaikat kortteleittain

- Suistokeskuksen laskeutumispaiikka palvelisi asukkaita, vierailijoita, sekä yrittäjiä alueella. Suistokeskuksen laskeutumispaiikka palvelee Tornitalon asukkaita, mutta toisi myös ruokalähetykset Suistokeskuksesta lähialueelle tai lähialueilta Suistokeskukseen
- Alueella on kuitenkin kohonnut maariski; Suistokeskuksen lähellä suunnitteilla on leikkipaikka ja alueella voidaan olettaa olevan paljon ihmisiä (asukkaita ja vierailijoita)
- Suistokeskuksen laskeutumispaiikka toisi isoja etuja alueelle ja siksi suosittelemme pohtimaan mahdollisuutta kattaa Suistokeskus merelle asti, jolloin dronen lähestyminen voitaisiin toteuttaa mereltä suistokeskuksen katetun aukion yli rakennuksen katolle

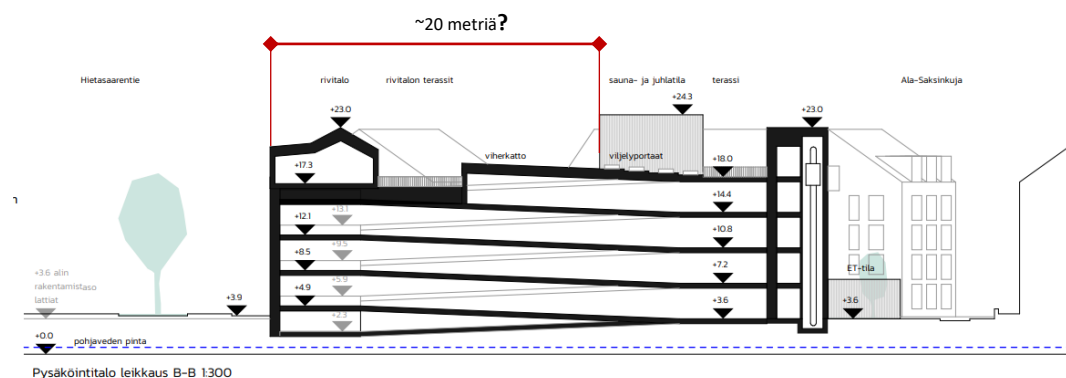
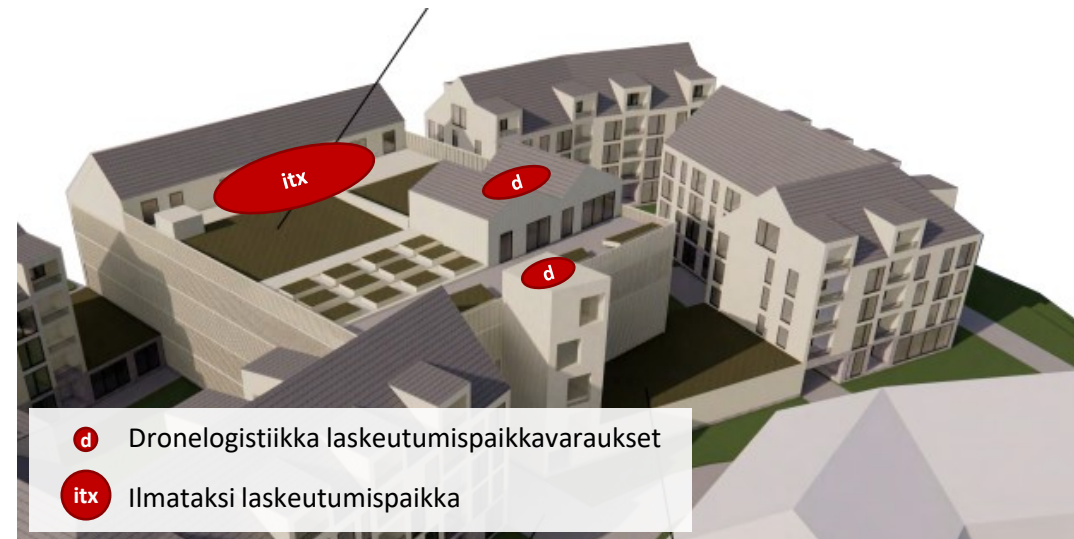


Lähde: Robots.Expert analyysi

Vaakunakylä parkkitalon laskeutumisaikakat

LIITE: Laskupaikat kortteleittain

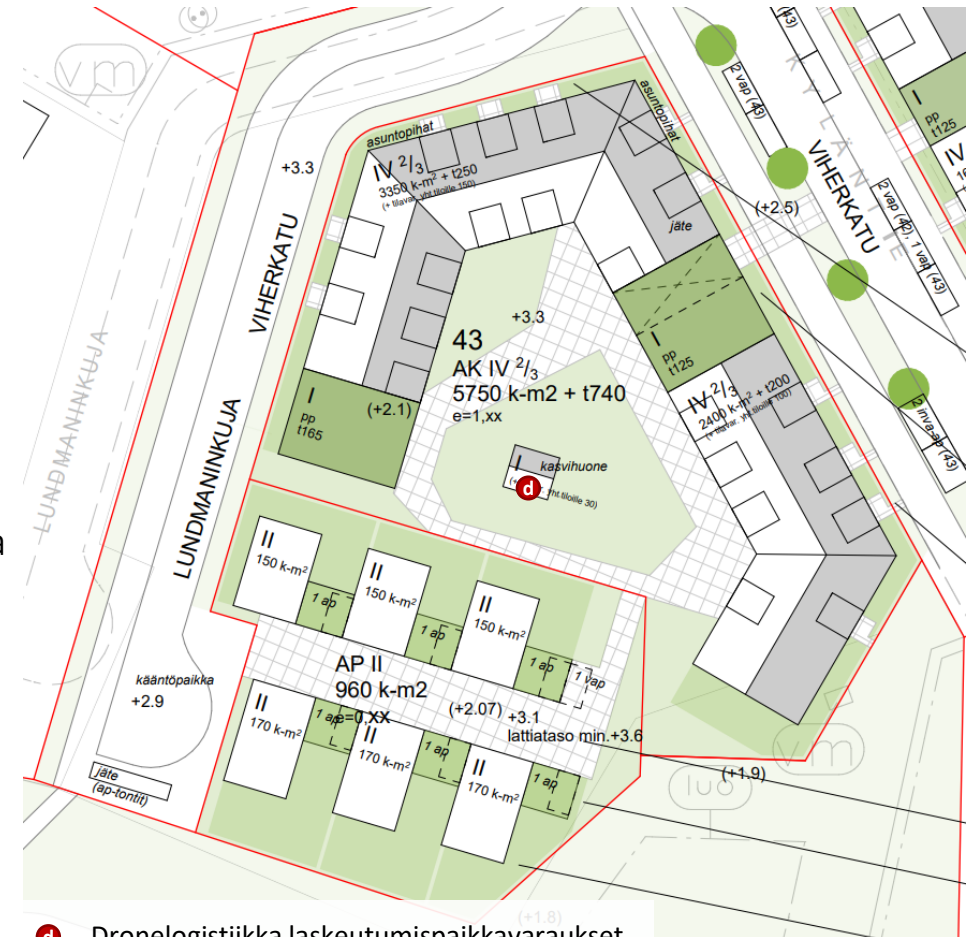
- Vaakunakylä parkkitalon katto soveltuu hyvin pakettidronen laskeutumispaikaksi ja mahdollisesti myös ilmataksin laskeutumispaikaksi
- Katolla sijaitsevan sauna ja juhlatilan katto soveltuisi ilmataksin laskeutumisaikaksi estämättä muuta suunniteltua tilankäyttöä. Juhlatilan katon koko on kuitenkin pienempi kuin 24 m x 24 m, jolloin katon ei pienen koonsa takia sovellu laskeutumisaikaksi
- Katolle suunniteltu viherkatto (n. 25m x 15m) soveltuu niukasti ilmataksin laskeutumisaikaksi,
- Jos Vaakunankylän parkkitalon katto ei täytä tilavaatimuksia, sinne ehdottamamme ilmataksin laskeutumisaikaka voidaan jättää varauksista kokonaan pois, koska arviomme ilmataksien tarpeelle alueella on pientä ja Varikon ilmataksilaskeutumisaikakalle on n. 5 minuutin kävelymatkan päässä



Vaakunakylän esimerkkikortteli (Kortteli 43) laskeutumispaikka

LIITE: Laskupaikat kortteleittain

- Kortteli 43 esittelee uudenlaista yhteisöllistä omakotitaloasumista
- Korttelin sisäpihalle on pääsy omakotitaloista ja sisäpihalla on varaus kasvihuoneelle ja tilavaraus yhteisille tiloille johon lokerikkotyypinen laskeutumispaikka soveltuisi hyvin
- Korttelin 43 lokerikkoratkaisu on yhtenä ehdokkaana rakennuttaa asuntomessuille esimerkkiratkaisuksi
- Uusi konsepti asumiselle yhdistettynä pakettidronetoimituksille voisi olla mielenkiintoinen esimerkkikonaisuus tulevaisuuden asumisesta kaupungissa



Vaakunakylän esimerkkikortteli (Kortteli 42) laskeutumisaika

LIITE: Laskupaikat kortteleittain

- Korttelin 42 laskeutumisaikan lähestymisreitti kulkee riippumattoaukion yli, jonka johdosta alue on merkitty "vältä lentämistä"-alueeksi. Tätä pitää huomioida toteutuksessa



d Dronelogistiikka laskeutumisaikkavaraukset

robots.expert

www.robots.expert

Aviabulevardi, Karhumäentie 3
01530 Vantaa, Finland

Am Stein, 9
85049 Ingolstadt, Germany

info@robots.expert

