

Paavo Kuosmanen

**HELSINKI-VANTAAN LENTOASEMAN
ASEMATASO 4:n
UUDELLEENMALLINNUS
Finavia Oyj**

Opinnäytetyö

Tekniikan ammattikorkeakoulututkinto

Logistiikan koulutus

2024



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tutkintonimike	Insinööri (AMK)
Tekijä	Paavo Kuosmanen
Työn nimi	Helsinki-Vantaan lentoaseman asemataso 4:n uudelleenmallinnus
Toimeksiantaja	Finavia Oyj
Vuosi	2024
Sivut	38 sivua, liitteitä 7 sivua
Työn ohjaaja(t)	Jouni Ropponen, Christian Pauli

TIIVISTELMÄ

Helsinki-Vantaan kansainvälinen lentoasema on merkittävä logistinen keskus Suomessa ja se palvelee sekä matkustaja- että rahtiliikennettä. Asematasot ovat alueita, joilla suoritetaan ilma-alusten maahuolintaa, tankkausta sekä teknisiä toimenpiteitä. Tämän opinnäytetyön päämääränä oli tutkia Helsinki-Vantaan lentoaseman asemataso 4:n nykytilaa sekä ongelmakohtia ja esittää suunnitelmat sen uudelleenmallinnukselle vuodelle 2030. Alue on kehittynyt ajan saatossa, mutta se ei pysty vastaanottamaan isoimpien kokoluokkien lentokoneita eikä täytäkään nykystandardien mukaisia turvallisuussuosituksia. Lisäksi ympäristöön rakennettu helikoptereiden laskeutumis- ja nousualue on tehnyt alueen kehittämistä entistä haastavamman.

Lentoaseman suunnittelu pohjautuu määräyksiin, rajoituksiin sekä suosituksiin. Teoriaosassa tarkastellaan laadullisina tutkimusmenetelminä edellä mainittujen dokumenttien vaikutuksia asemataso 4:n suunnittelussa. Lisäksi suoritetaan kohdennettuja haastatteluita sekä omia havaintoja ongelmakohtien löytämisessä.

Työlle asetetut tavoitteet saavutettiin, kun toimeksiantajalle luovutettiin kaksi vaihtoehtoista suunnittelumallia. Molemmissa vaihtoehtoissa saatiin lisättyä alueen selkeyttä sekä siten myös turvallisuutta. Lisäksi isompien lentokonetyyppien turvallinen paikoitussuunnitelma saatiin mahdolliseksi. Tutkimuksen johtopäätöksenä aluetta tulee laajentaa, jotta se vastaa lentoasemien nykystandardia. Samalla riskit mahdollisille poikkeamille saadaan minimoitua ja asematasoa kehitettyä lentoliikenteen tulevaisuuden tarpeita varten Helsinki-Vantaan kansainvälisellä lentokentällä.

Asiasanat: asemataso, lentoasema, uudelleenmallinnus, ilma-alus, lentoliikenne

Degree title	Bachelor of Engineering
Author	Paavo Kuosmanen
Thesis title	Remodeling of Apron 4 at Helsinki-Vantaa Airport
Commissioned by	Finavia Oyj
Time	2024
Pages	38 pages, 7 pages of appendices
Supervisors	Jouni Ropponen, Christian Pauli

ABSTRACT

Helsinki-Vantaa International Airport is a significant logistical hub in Finland. It serves both passenger and cargo traffic. Aprons are the areas where ground handling, fuelling, and technical services of aircrafts take place. The aim for this thesis was to examine the current state of Apron 4 at Helsinki-Vantaa Airport and to propose plans for redesigning it by the year 2030. The area has evolved over time and currently is not able to accommodate modern cargo aircraft of larger sizes. It also fails to meet some of the current safety standards. In addition, the construction of the helicopter landing and take-off area in the vicinity has made it very challenging to develop the area.

Airport planning in general is based on regulations, restrictions, and recommendations. The theoretical part of this thesis examines by means of qualitative research these documents regarding the planning of Apron 4. This was accompanied by targeted interviews and personal observations to identify potential problem areas.

As a result of this study, two alternative design models were presented to the commissioner. Both options are likely to enhance the logistic circulation of people and vehicles in the area and therefore improve safety. A plan for safer parking of larger aircraft types was also created. As a conclusion of the study, it is recommended to expand the area to meet the current airport standards. This would also minimize potential incidents and ensure a continuous development of the apron to meet the future needs of air traffic at Helsinki-Vantaa International Airport.

Keywords: apron, airport, redesign, aircraft, air traffic

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
1.1	Tausta.....	6
1.2	Aiheen rajaus.....	6
1.3	Tutkimuskysymys ja tavoitteet.....	7
1.4	Tutkimuksen rakenne.....	7
2	HELSINKI-VANTAAN LENTOASEMA.....	8
2.1	Finavia.....	8
2.2	Asemataso 4:n alueen historia ja nykytila.....	8
2.3	Tarve uudelleenmallinnukselle.....	9
3	LENTOASEMAN TOIMINTAYMPÄRISTÖ.....	11
3.1	Lentoasema.....	12
3.1.1	Asematason malleja.....	13
3.2	Asematason merkinnät.....	15
3.3	Lentokoneen maahuolinta.....	16
3.4	Maakaluston säilytys.....	22
3.5	Huoltotiet ja maaliikennekaistat.....	22
4	LAYOUT-SUUNNITELMAN TAUSTAKSI.....	23
4.1	Aineiston kerääminen.....	23
4.2	Käyttäjien vastaukset tutkimuskysymyksiin.....	27
4.3	Omat havainnot alueella ja vastaukset tutkimuskysymyksiin.....	28
5	UUDELLEENMALLINNUS.....	29
5.1	Vaihtoehto A.....	31
5.2	Vaihtoehto B.....	32
6	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	33
6.1	Tulokset ja niiden analyysi.....	34
6.2	Kehitysehdotukset.....	35
	LÄHTEET.....	36

LIITTEET

Liite 1. Helsinki-Vantaan lentoasema, APN4 kartta 1997

Liite 2. Helsinki-Vantaan lentoasema, APN4 kartta 1998

Liite 3. Helsinki-Vantaan lentoasema, APN4 kartta 2000–2001

Liite 4. Helsinki-Vantaan lentoasema, APN4 kartta 2002

Liite 5. Helsinki-Vantaan lentoasema, APN4 kartta 2004–2005

Liite 6. Helsinki-Vantaan lentoasema, APN4 kartta 2009

Liite 7. Helsinki-Vantaan lentoasema, APN4 kartta 2023

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tavoitteena on mallintaa uudelleen Helsinki-Vantaan lentoaseman asematasoalue numero 4. Kyseinen alue on valmistunut vaiheittain 1990-luvun alkupuolelta lähtien ja vastannut aina sen aikaisia liikennetarpeita. Uudelleenmallinnuksen keskeiset tavoitteet ovat alueen toimivuuden, turvallisuuden ja tehokkuuden parantaminen nykyisten ja tulevien tarpeiden mukaisesti.

1.1 Tausta

Tutkijalla oli toiveissa löytää opinnäytetyön aiheeksi itselleen mielenkiintoinen asia, joka olisi hyödyllinen myös sen tilaajalle. Työssä haluttiin käyttää hyväksi myös osaamista, joka tutkijalle on tullut pitkästä 25-vuoden työkokemuksesta Helsinki-Vantaan lentoasemalla lentokoneiden maahuolinnan eri tehtävissä. Tämä kokemus tuokin tutkimukselle syvän ymmärryksen alueen vaatimuksista.

Helsinki-Vantaan lentoaseman ylläpitäjältä Finavialta löytyi mielenkiintoinen aihe: asematasoalue 4 uudelleenmallinnus (Finavia lentoasemat s.a.). Lentoasemalla on asematasoja, joilla ilma-aluksen eli lentokoneen tai helikopterin maahuolinta sekä muut toimet voidaan suorittaa ilman haittaa muulle lentoaseman liikenteelle. Maahuolinta käsittää muun muassa matkustajien, laukujen ja postin sekä kuormaus- että purkutoimet ja tankkauksen. Lisäksi kyseisillä alueilla pystytään suorittamaan myös huoltotoimenpiteitä.

Helsinki-Vantaan lentoaseman asemataso 4 käyttö tulee muuttumaan lähitulevaisuudessa. Iso rahtitoimija DHL siirtyy lentokentän toiselle alueelle heidän uuden terminaalinsa myötä (DHL Express...2023). Lisäksi vanha asemataso 4 tulee tarvitsemaan lähivuosina täyden remontin, jolloin alueen ulkoasu on hyvä tarkastella uudestaan, jotta se palvelee lentoasemaa mahdollisimman hyvin myös tulevaisuudessa.

1.2 Aiheen rajaus

Tutkimus rajoittuu Helsinki-Vantaan lentoaseman asemataso 4:n ympäristöön. Suunnitelma sijoittuu vuoteen 2030 ja arvioon sen aikaisille lentokonemäärille ja niiden kokoluokille. Asemataso 4:n käyttötarkoitus pysyy edelleen samana,

eli siinä toimivat rahti- ja kaupalliset liikelentokoneet. Lähistöllä olevat maantiet ja alueella olevat nykyiset rakennukset, helikoptereiden laskeutumista sekä nousua varten valmistettu kiitotie eli FATO (Final Approach and Takeoff), lentokoneiden rullaustiet ja niihin määrätyt turvaetäisyydet rajoittavat myös suunnitelmaa. Tutkimuksen eri vaihtoehtoissa määräävänä tekijänä ei ollut myöskään mahdolliset muutosten aiheuttamat kustannukset.

1.3 Tutkimuskysymys ja tavoitteet

Tavoitteena on selvittää nykyisen alueen ongelmakohdat Finavian ja alueella toimivien yritysten näkökulmasta sekä suorittaa omia havainnointia lentokoneen maahuolinnan toimivuuden ja turvallisuuden näkökulmasta. Työn lopputuloksena on saada mahdollisimman toimiva lentokoneiden pysäköintialue vuodelle 2030. Tällä tavoin alue auttaisi Helsinki-Vantaan lentoasemaa kasvattamaan rahti- ja yksityislentokoneiden määrää sekä selkeyttämään maahuolintaa ja maakaluston liikennettä alueella.

Opinnäytetyön päätutkimuskysymys ja sitä täydentävät alakysymykset ovat:

- Mikä on toimivin Helsinki-Vantaan lentoaseman asemataso 4:n malli vuonna 2030?
 1. Mitä logistia ongelmakohtia on nykyisessä rahtialueen mallissa?
 2. Mitä turvallisuuteen vaikuttavia ongelmakohtia on nykyisessä rahtialueen mallissa?
 3. Miten turvallisuutta voidaan lisätä rahtialueella toimimisessa?
 4. Mikä on arvioitu seisontapaikkojen määrän tarve ruuhka-aikana?
 5. Mikä on arvioitu seisontapaikkojen määrän tarve muina aikoina?
 6. Minkä kokoluokan lentokoneille seisontapaikat tulisi suunnitella?

1.4 Tutkimuksen rakenne

Keskeinen osa tätä opinnäytetyötä on kirjallisuuskatsaus. Tarkoitus on tunnistaa olemassa olevat tiedot lentoaseman suunnitteluun vaikuttavista määräyksistä ja suosituksista.

Laadullisina tutkimusmenetelminä, kuten kohdennettuja haastatteluita, käytetään syventämään ymmärrystä alueen nykytilasta ja kehittämistarpeista.

Haastattelut tulevat kohdentumaan alueella pääsääntöisesti toimivien yritysten sekä aluetta hallinnoivan Finavian henkilökuntaan. Tutkijan omat havainnot sekä asiantuntemus maahuolinnasta tuonevat lisäarvoa tutkimukseen.

Lopputuloksena pyritään esittämään useita suunnitteluvaihtoehtoja, joista on tarkoitus suositella parhaiten toimiva vaihtoehto työn tilanteelle Finavialle.

2 HELSINKI-VANTAAN LENTOASEMA

Helsinki-Vantaan lentoaseman suunnittelutyöt aloitettiin jo 1940-luvulla. Malmin kansainvälinen lentoasema ei pysynyt nousevien matkustajamäärien eikä kasvavien konetyyppien perässä. Uusi lentoasema valmistui vuonna 1952 Helsingin kesäolympialaisia varten. (Helsinki-Vantaan lentoaseman historia s.a.)

2.1 Finavia

Lentoasemayhtiö Finavian visiona on “Mahdollistaa suomalaisille Pohjois-Euroopan parhaat yhteydet maailmalle sekä edistää Suomen saavutettavuutta houkuttelevana matkakohteena”. Tehtävänä on kehittää ja ylläpitää yhdessä lentoasemalla toimivien yhteistyökumppaneiden kanssa siihen tarvittavaa infrastruktuuria. (Tietoa Finaviasta - Visio ja strategia s.a.)

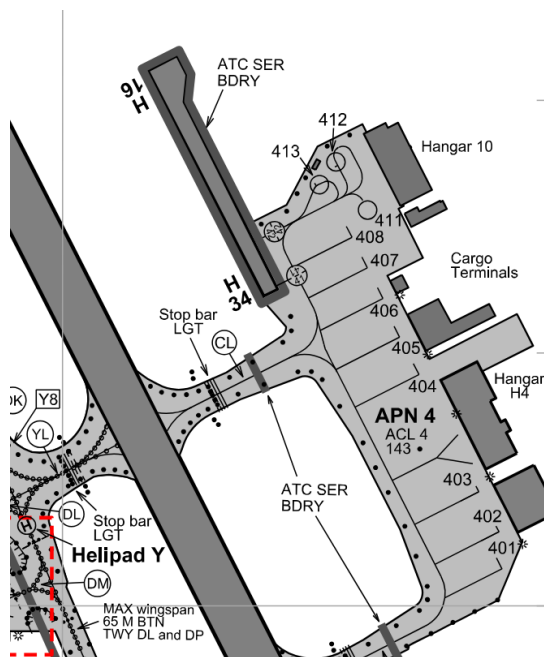
Finavia ylläpitää Suomessa 20 eri lentoasemaa, joista Helsinki-Vantaa on suurin. Vuonna 2023 Helsinki-Vantaan lentoaseman läpi kulki yli 15 miljoonaa matkustajaa sekä 176 tuhatta tonnia rahtia. Määrät ovat pikkuhiljaa palautumassa 2019 lopussa alkaneen maailmanlaajuisen koronapandemian jäljiltä. Parhaimmillaan vuonna 2019 matkustajia oli Helsinki-Vantaalla jo melkein 22 miljoonaa ja rahtia liikkui 235 tuhatta tonnia. (Finavia Liikennetilastot vuosisarjoina 2024.)

2.2 Asemataso 4:n alueen historia ja nykytila

Asemataso 4:n ensimmäinen osa valmistui Helsinki-Vantaan toinen kiitotie eteläpähän vuonna 1990-luvulla (Liite 1). Alue oli hyvin pieni ja palveli rahti-toimintaa. Alue laajeni vuonna 2002 (Liite 2), jolloin valmistui myös toinen lentokoneiden rullausväylä. Tämä helpotti lentokoneiden liikehdintää, sillä paikka

ei ollut enää umpikuja. Nykyisiin mittoihin alue laajeni 2015–2018 (Liite 7), jolloin rakennettiin rajavartiolaitoksen lentokonehalli. Lentoasemalle valmistui myös helikoptereiden laskeutumista sekä nousua varten uusi FATO-kiitotie, joka sijoittuu rajavartiolaitoksen edustalle.

Seisontapaikat eli standit 401–413 (Kuva 1) on suunniteltu asematasolle 4 pääosin vierekkäin. Tällöin lentokoneet pääsevät rullaamaan paikalle omilla moottoreillaan, mutta tarvitsevat useimmiten työntötraktoria poistumiseen. Rajavartiolaitoksella on punaisella merkattu oma alueensa, jossa ovat paikat 411–413. Tähän muilta lentokentällä työskenteleviltä on pääsy evätty. Standien 403 ja 404 välissä on kaupallisia liikelentoja pienkoneilla operoivia yrityksiä. Heillä on oma lentokoneiden huoltohalli. Edusta on varattu hetkelliseen lentokoneiden säilyttämiseen, kun niitä siirretään huoltohallin ja asematason välissä.

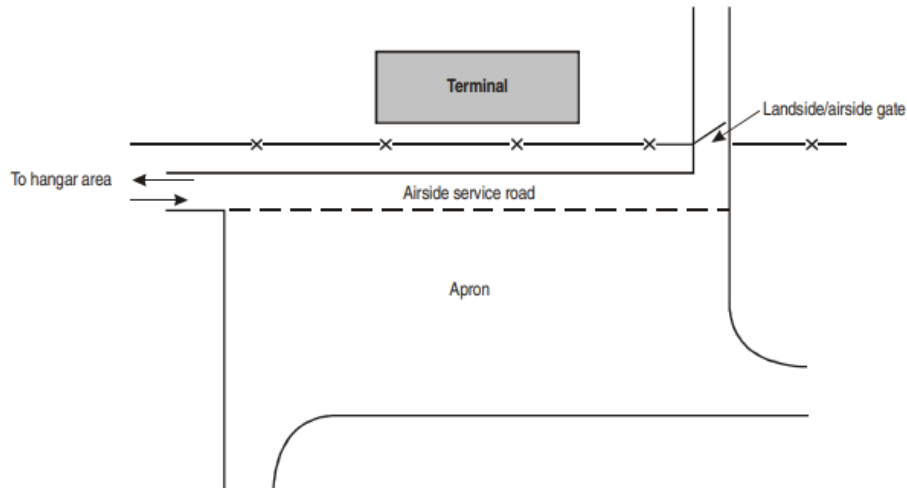


Kuva 1. Asemataso 4 nykyinen lay-out (Fintraffic ANS 2024)

2.3 Tarve uudelleenmallinnukselle

Alue on vuosituhanen alun jälkeen kasvanut käytännössä vain leveyttä (Liitteet 1–7). Tämän vuoksi lentokoneiden seisontapaikkojen ja rullausteiden etäisyys kiitostiestä sekä välissä olevasta nurmialueesta on pysynyt samana. Rakennukset ovat valmistuneet vierekkäin pois lukien uusin eli rajavartiolaitoksen lentokonehalli.

Alue on ehkä alun perin suunniteltu toimimaan itsenäisesti ja maahuollinnan vaatima kalusto säilytettäväksi siellä olevissa rakennuksissa. Tämä pohdinta on sen vuoksi, koska alueelle ei ole lainkaan sinne kulkevia kaistoja muulle kuin lentoliikenteelle. Kaikki keinot tulisi käyttää maaliikenteen omien kaistojen suunnitteluun (kuva 2), jotta ne eivät risteäisi kiitoteiden tai lentokoneiden rullausteiden kanssa.



Kuva 2. Huoltoteiden malleja (ICAO 2005, Figure 4-1)

Nykyiset seisontapaikat rajoittavat myös lentokoneiden kokoa, koska alueelle mahtuu vain A–D viitekoodin konetyypit (Taulukko 1). Tarve on aika ajoin myös isommille lentokoneille. Alueelle ei ole kuitenkaan merkitty mitään isompien lentokoneiden seisontapaikkoja, joten ne pitäisi ajattaa ja pysäyttää väliaikaisille seisontapaikoille. Euroopan lentoturvallisuusvirasto European Union Aviation Safety Agency (EASA) määräyksessä CS ADR-DSN.L.590 Aircraft stand marking määrittellään, että kaikki seisontapaikat tulisi olla asianmukaisesti merkattuja. Kaikki rahtilentokoneet opastetaan asematason 4 vakituiselle tai poikkeavalle seisontapaikalle aina lentoasemien valvojan eli marshallerin toimesta. Tämä toimintamalli mahdollistaa tällöin myös paikoituksen väliaikaisille paikoille EASA GM1 ADR-DSN.L.590 Aircraft stand marking määritelmien mukaisesti. (European Union Aviation Safety Agency 2023, 613–614.)

Taulukko 1. ICAO-lentokoneiden viitekoodit ja lentokonetyyppiesimerkki

Koodikirjain	Siipiväli	Ulompien laskutelineiden väli	Tyypillinen kokoluokan lentokone
A	alle 15 m	alle 4,5 m	PIPER PA-31
B	15 m - alle 24 m	4,5 m - alle 6 m	CRJ-200
C	24 m - alle 36 m	6 m - alle 9 m	B737 / A320
D	36 m - alle 52 m	9 m - alle 14 m	B767 / A310
E	52 m - alle 65 m	9 m - alle 14 m	B777 / A330
F	65 m - alle 80 m	14 m - alle 16 m	B747-8 / A380-800

Asematason 4 operoijissa tapahtuu myös muutoksia, kun päivittäistä rahtitoimintaa harjoittava DHL saa valmiiksi uuden terminaalin toiselle puolelle kiitotietä asematasolle 3. DHL haluaa todennäköisesti saada omat lentokoneensa uuden terminaalin eteen, jotta rahdin maahuolinta lentokoneen sekä terminaalien välillä on mahdollisimman jouhevaa. (DHL Express...2023.)

3 LENTOASEMAN TOIMINTAYMPÄRISTÖ

Tutkimuksessa hyödynnetään kirjallisuuskatsausta, joka perehtyy lentokenttien suunnittelun määräyksiin, periaatteisiin, parhaisiin käytännön toimintatapoihin sekä turvallisuuteen. Suomen ilmailuviranomainen (Traficom) antaa ilmailumääräyksiä ja on myös hyväksynyt Finavian lentoaseman toimintakäsikirjan, joka täyttää EASA:n määräykset sekä EU-asetuksessa 139/2014 määritetyt vaatimukset lentoaseman toiminnalle. (Helsinki-Vantaan toimintakäsikirja 2023.)

Euroopassa toimivien lentokenttien suunnittelun pohjana tulee käyttää EASA:n antamia määräyksiä sekä suosituksia. Ne pohjautuvat pääosin kansainvälisen siviili-ilmailujärjestön eli International Civil Aviation Organization (ICAO) standardeihin ja suosituksiin (How ICAO Develops Standards s.a.).

Kirjallisuuskatsauksen pohjalta kerätty tieto luo teoreettisen perustan suunnitteluprosessille. Tutkija pystyy paremmin ymmärtämään periaatteet, miten lentoaseman eri osa-alueita suunnillaan ja mitkä määräykset sekä säännökset niihin vaikuttavat. Tämän pohjalta pystytäänkin paremmin analysoimaan alueen toimivuutta eri näkökulmista.

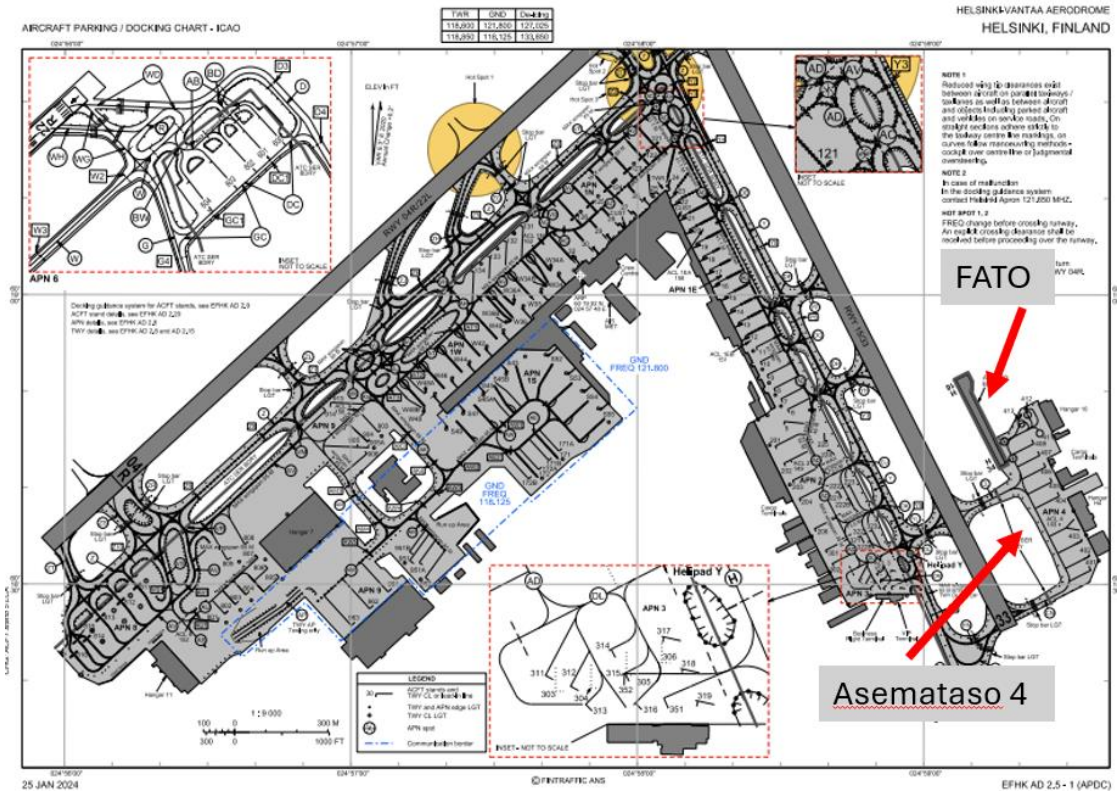
3.1 Lentoasema

Suomen laissa lentoasemaverkoista ja -maksuista 3§ määrittellään lentoasema seuraavalla tavalla: "Maa-aluetta, joka on erityisesti järjestetty ilma-alusten laskua, lentoonlähtöä ja liikkumista varten, mukaan lukien lentoliikenteen ja ilma-alusten palvelujen tätä toimintaa varten edellyttämät lisärakennelmat ja -laitteet sekä kaupallisen lentoliikenteen tarvitsemat rakennelmat ja laitteet." (Laki lentoasemaverkoista ja maksuista 11.3.2011/210.)

Keskeisenä osana lentoliikenteen infrastruktuuria on lentoasema. Niiden kokoluokka vaihtelee liikenteen määrän ja tyyppin mukaisesti. Yleisimmät isot lentoasemat ovat matkustaja- sekä rahtiliikennettä varten. Tunnusmerkkinä on iso maa-alue, jota tarvitaan kiitoteitä, rullausväyliä, asematasoalueita sekä matkustaja- että rahtiterminaaleja varten. (Janić 2009, 40–48.)

Lentoaseman perustarpeena on kiitotie (Kuva 2). Usean sadan metrin tai kilometrien pituiset kiitotiet ovat lentokoneiden turvallista nousua ja laskua varten. Helikoptereita varten voidaan rakentaa vastaava FATO. Rullausteiden avulla yhdistetään kiitotiet ja asematasot toisiinsa. Niitä pitkin pystyvät lentokoneet kulkemaan mahdollisimman jouhevasti. Ilma-aluksen seisontapaikat sisältävät asematasot ovat yleensä jaettu lentoaseman eri tarpeisiin. (Janić 2009, 40–48.)

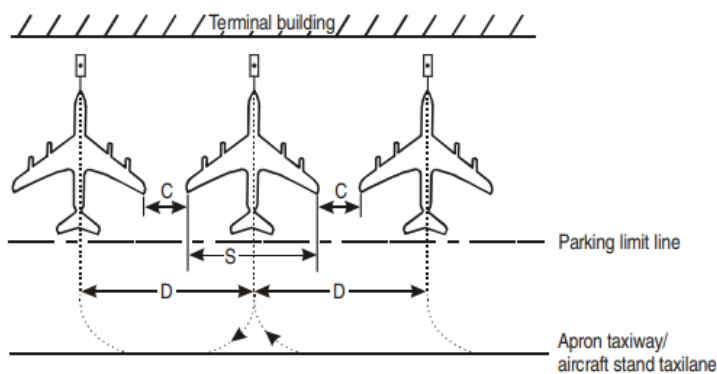
Kuten kuvasta 3 voidaan havaita, niin Helsinki-Vantaalla asemataso 1 on matkustajaterminaalin edessä, 6 toimii jäänpoistoalueena ja loput ovat sitten rahtiterminaalien sekä tekniikan huoltohallien edustalla.



Kuva 3. Helsinki-Vantaa lentoaseman paikoituskartta asematso 4 sekä FATO:n sijainnit (perustuu Fintraffic ANS 2024)

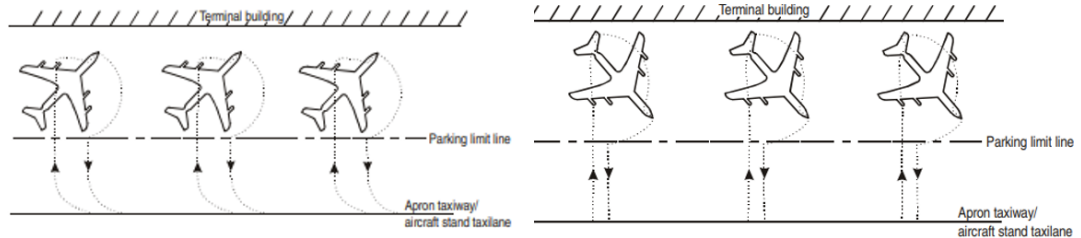
3.1.1 Asematason malleja

Pääosa maailman isoimmista lentoasemista, kuten myös Helsinki-Vantaalla käytettävistä asematason seisontapaikosta, ovat niin sanottuja nose-in tai taxi-in / push-out -malleja (Kuva 4). Tässä mallissa lentokone saapuu opastettuna omilla moottoreillaan tai vedettynä erillisellä ajoneuvolla seisontapaikalle ja se työnnetään erillisellä ajoneuvolla siitä pois. Tässä mallissa on hyötynä tehokkaampi tilankäyttö, koska lentokoneiden suihkuvirtaukset eivät vaikuta rakennuksiin eikä viereisillä paikoilla oleviin ihmisiin.

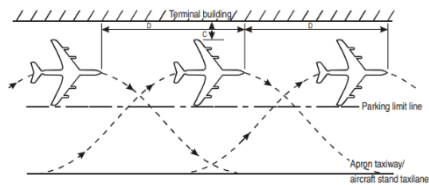


Kuva 4. Turvaetäisyydet nose-in seisontapaikoilla (ICAO 2005, Figure 3-4.d)

Toinen mallivaihtoehto on taxi-in / taxi-out (Kuvat 5 ja 6). Jossa lentokone rullaa paikalle sekä poistuu siitä omilla moottoreillaan. Tämä vaatii enemmän tilankäyttöä aluksen suihkuvirtausten sekä turvallisen liikuttelun osalta. Kuvan 5 vaihtoehtoa voidaan käyttää myös taxi-in / push-out toiminnalla

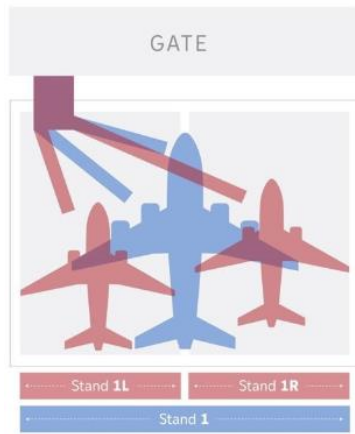


Kuva 5. Turvaetäisyydet taxi-in / taxi-out seisontapaikoilla (ICAO 2005, Figure 3-4.a ja b)



Kuva 6 Turvaetäisyydet taxi-in / taxi-out seisontapaikoilla (ICAO 2005, Figure 3-4.c)

Jotta alue olisi mahdollisimman monikäyttöinen, niin myös Multiple Aircraft Ramp System (MARS) -seisontapaikkojen (Kuva 7) käyttöä tullaan tutkimaan asematasolle 4. Tässä mallissa yhdelle seisontapaikalle saa joko yhden isomman tai kaksi pienempää lentokonetta, jolloin mahdollistetaan tilan sujuvampi sekä tehokkaampi käyttö (Destination: MARS 2023). Normaalisti tämä toiminta on käytössä matkustajaterminaaleissa, jolloin kahden matkustajasillan avulla palvellaan joko yhtä isompaa lentokonetta tai kahta pientä. Toiminta vaatii tietysti enemmän huomioita sekä toimivan prosessin etenkin maakaluston säilytyspaikkojen osalta, jotta vältetään poikkeamilta tai onnettomuuksilta. Helsinki-Vantaan lentoasemalla onkin matkustajaliikenteessä jo useita seisontapaikkoja kyseisessä käytössä, joten prosessia on pystytty harjoittelemaan.



Kuva 7. Kuvakaappaus MARS-paikoitusmallista terminaalin edessä (Destination: MARS 2023)

3.2 Asematason merkinnät

Aerodrome Design Manual Part 4 (ICAO 2021, 2-1–2-11) mukaan asematason seisontapaikkojen merkinnöillä on kaksi tarkoitusta. Luoda ilma-aluksen turvallinen liikkuminen sekä sen tarkka pysähtyminen oikealle paikalle. Ilma-aluksen seisontapaikoilla tulisi olla päällystetyllä asematasolla aina selkeät merkinnät, jos lentoaseman kiitotien koodi on 3 tai 4 (Taulukko 2). Merkittynä tulee olla vähintään tuloviiva sekä pysäytysviiva. Tarvittaessa tulee myös seisontapaikan yksilöity tunnus olla merkattuna numero tai kirjayhdistelmänä. Kun ilma-aluksen nokkapyörä liikkuu merkattua rullausviivaa tai seisontapaikan tuloviivaa pitkin, niin sen ympärille tulee jäädä eri konetyypeistä määritellyt riittävät turvaetäisyydet (Taulukko 3). (EASA 2023, 562.)

Taulukko 2. Lentoaseman viitekoodi kiitotien pituuden mukaan (ICAO 2005, 1–9)

ICAO lentokenttäkoodielementti 1	
Koodinumero	Lentokoneen tarvittava kiitotien matka
1	alle 800 m
2	800 m - alle 1200 m
3	1200 m - alle 1800 m
4	1800 m -

Taulukko 3. Lentokoneen turvaetäisyydet seisontapaikalla (EASA 2023, 562)

Koodikirjain	Etäisyys
A	3 m
B	3 m
C	4,5 m
D	7,5 m
E	7,5 m
F	7,5 m

Asematason turva-aluemerkinnöillä tulisi selkeästi määritellä alueet ilma-aluksen maahuolinnassa sekä huollossa tarvittavalle kaluston säilytykselle ja liikumiselle. Näin pystytään turvallisesti erottelemaan niiden ja lentoliikenteen tarvitsema tila. (EASA 2023, 614–615.)

Kalustolta vapaa eli Equipment Restaint Area (ERA)-alueella ei saa säilyttää lainkaan kalustoa, kun ilma-alus saapuu tai lähtee. Helsinki-Vantaan lentoasemalla ERA-alueen (Kuva 8) rajat merkataan punaisella viivoituksella ja maa-kaluston Ground Service Equipment (GSE) säilytysalueiden rajat valkoisella viivoituksella.



Kuva 8. Kuvakaappaus Helsinki-Vantaan lentoasemalta seisontapaikat 171–172 (Perustuu Maanmittauslaitos 2024)

3.3 Lentokoneen maahuolinta

Lentokoneiden maahuolinnassa käytettävä kalusto vaihtelee riippuen ilma-aluksen mallista, koosta ja käyttötarkoituksesta. Esimerkiksi kaupallisen liiketöiminnan yhteydessä, erityisesti pienemmillä matkustajalentokoneilla,

tarve kalustolle voi olla hyvin yksinkertainen. Tällöin se saattaa rajoittua lentokoneen pysäyttämisen jälkeiseen pukitukseen sekä matkustajien opastamiseen bussiin tai terminaaliin.

Sen sijaan isompien rahtilentokoneen maahuolinnassa tarvitaan yleensä portaat (Kuva 9), jotta koneen miehistö sekä muu henkilökunta pystyy liikkumaan lentokoneen ohjaamoon sekä yläkannelle turvallisesti. Lisäksi tarvitaan maavirtalaite (Kuva 9), jotta lentokone voi sammuttaa oman sähköä tuottavan Auxiliary Power Unit (APU)-moottorin. Isommissa lentokoneissa rahti kulkee palleilla tai konteissa. Tällöin tarvitaan nosturia yläkannelle (Kuva 10) sekä alakannelle (Kuva 11). Nosturin päältä yksiköt siirretään transporterilla (Kuva 11), joko suoraan terminaaliin tai sitten vedettävälle konttialustalle. Jos kaikki rahtiyksiköt joudutaan laittamaan maakuljetusta varten alustoille (Kuva 12), niin tarve alueelle lentokoneen ympärillä nousee suureksi (Kuva 13). Esimerkiksi Airbus 330-200F kapasiteetti on 31 pallettia (A330-200F s.a.) Alustoja pyritään pitämään letkoissa, jotta niiden kanssa operointi onnistuu.



Kuva 9. Rahtilentokoneella tarvittavat portaat sekä maavirtalaite (Kuosmanen 2017)



Kuva 10. Rahtilentokoneella tarvittavaa nosturikalustoa (Kuosmanen 2017)



Kuva 11. Rahtilentokoneella tarvittava nosturikalustoa sekä transporteri (Kuosmanen 2017)



Kuva 12. Rahtipalletteja vetotraktorin perässä (Kuosmanen 2017)

Edellä on mainittu vain osa lentokoneen maahuolintaan tarvittavasta kalustosta. Suurin määrä kalustoa menee rahtiyksiköiden kuljettamiseen, jos terminaali on etäällä. Etenkin, jos lentokoneella on vain lyhyt kääntöaika, jolloin tarkoitus on purkaa ja pakata kuorma mahdollisimman nopeasti. Seisontapaikan lähettyville tulisi tällöin saada tyhjä kalusto saapuvaa lentokoneen kuormaa varten sekä myös lähtevä rahti kalustoineen (Kuva 13).



Kuva 13. Kuvakaappaus Frankfurtin lentokentältä rahtikoneen huolinnasta sekä kalustosta ympärillä

Lisäksi tarvitaan tankkausautot (Kuva 14), jotka etenkin Helsinki-Vantaalla vievät ison tilan siiven alta tai vierestä. Osassa isompia lentoasemia on rakennettu polttoaineen putkisto seisontapaikkojen alle, jolloin tarvitaan vain pienempi pumppuauto eli hydrantti. Helsingin kentällä ei valitettavasti moista ole, jolloin kuljetukset tapahtuvat isolla tankkauskalustolla. Tankkauksen ajaksi Helsinki-Vantaan toimintakäsikirja (2023, 18) määrittää 3 metrin turvaetäisyyden tankkauskalustosta, tankattavan ilma-aluksen tankkausaukoista sekä polttoainesäiliöiden ylivuotoaukoista. Lisäksi tankkausajoneuvolla tulee olla koko ajan vapaa poistumisreitti mahdollisen vaaratilanteen sattuessa.



Kuva 14. Shell Aviation tankkausajoneuvo Helsinki-Vantaalla (Koski s.a.)

Ilma-alus tarvitsee useimmiten sähkövirtaa myös ollessa asematasolla. Sitä voidaan tuottaa aluksen omalla APU-moottorilla, joka kuitenkin tuottaa paljon päästöjä ympäristöön ja on myös kallista. Maavirtalaiteella (Kuva 9) voi korvata tämän, jolloin tulee edelleen ympäristöön päästöjä, mutta vähemmän. Seisontapaikoille asematason alle on voitu asentaa myös omat maavirtakaapelit, jota pitkin ilma-alus sää sähkövirran. Rakentaminen ei ole edullista, mutta se on selkeästi ympäristöystävällisempi vaihtoehto ja se vapauttaa tilaa lentokoneen ympäriltä. Vain seuraavilta asematason 4 seisontapaikoilta löytyy valmiit maavirtakaapelit: 402, 403, 404 ja 405.

Muita seisontapaikalla maahuolintaa osallistuvia ajoneuvoja ovat yleensä:

- Kuormaustoimintaa vastaavan henkilön ajoneuvo
- Vesihuollon ajoneuvo raitisveden lisäystä varten
- WC-huollon ajoneuvo WC-järjestelmän tyhjennystä varten
- Vetotraktorit kaluston siirtelyä varten
- Kuormaushihna irtotavararuuman kuormaa varten
- Cateringin ajoneuvo lentävän henkilökunnan ruokia varten
- Tekniikan lentokoneen huoltohenkilöiden ajoneuvot
- Lentokoneen työntötraktori (Pushout tractor)
- Talvisaikaan kunnossapidon ajoneuvot

3.4 Maakaluston säilytys

Ilma-aluksen huolinnassa tarvittavan maakaluston määrä tulisi olla mukana niiden säilytysalueiden suunnittelussa. Kun kalustolle varataan riittävä tila ja joka on sopivalla etäisyydellä, niin pystytään varmistamaan turvallinen sekä laadukas operointi. Alueita on kahdenlaisia. Maakaluston valmiusalue (GSE Staging Area) sekä säilytysalue (GSE Storage Area). Valmiusalueen tulisi olla seisontapaikan lähetyvillä (Kuva 8), johon voi tuoda tarvittavan kaluston odotamaan ilma-aluksen saapumista. Säilytysalue on tarkoitettu kalustolle, jota ei tarvita kyseisen aluksen huolinnassa. (Airport Cooperative Research...2013, 98–104.)

Helsinki-Vantaalla voi tulla talvisin myös isoja lumikuormia ja lentoaseman kunnossapito on tärkeässä roolissa koko aseman toimivuuden kannalta. Maakaluston säilytys vain niille määritetyillä paikoilla edesauttaa alueen kunnossapidon toimintaa.

3.5 Huoltotiet ja maaliikennekaistat

Turvallisuutta edistävä tapa on liikuttaa maakalustoa aina merkatuilla väylillä erillisillä huoltoteillä tai maaliikennekaistoilla eikä vapaasti asematasolla tai muita lentoliikenteen väyliä pitkin. Lentokentän huoltoteiden perussuunnittelussa tulee huomioida muun muassa seuraavat asiat:

- ICAO Annex 14 mukaiset suojaetäisyydet kiitoteistä, rullausteistä sekä muista ilma-alusten liikkumisalueilta
- Ne tulee olla eroteltuna muista yleisistä teistä ja olla vain lentoliikenteen maaoperointia varten
- Rahtiterminaalien sekä asematasojen väliset tiet tulee mahdollistaa raskaiden ajoneuvojen kuorma sekä vedettäviä alustaletkojen pituus
- Ne tulee olla merkattuina lentoasemia koskevien määräysten mukaisesti
- Tien suositeltava leveys on 12 metriä ja vähintään 10 metriä
- Kaistan tulisi mahdollistaa alueella leveimmän tarvittavan kaluston kulkemisen (IATA 2019, 215–216.)

Maaliikennekaista on merkattu yleensä lentokoneiden seisontapaikkojen taakse tai sitten etupuolelle terminaalin sekä lentokoneen väliin. Molemmissa tavoissa on etunsa sekä haittansa. Yleensä toiminta lentokoneella on sen etupuolella, jolloin se on toimivampi vaihtoehto. Tällöin voi tulla esteitä korkeiden ajoneuvojen ja terminaalirakennuksen kanssa. Myös lentokoneen työntötraktorin kanssa voi tulla sama ongelma, jos kaista on lähellä lentokoneen nokkaa

ja työntötraktori jää esteeksi muulle liikenteelle. Lentokoneen seisontapaikkojen taakse merkattu maaliikennekaista voi taas kasvattaa riskiä vaaratilanteisiin rullausväylillä liikkuvien ilma-alusten kanssa. (IATA 2019, 215–216.)

4 LAYOUT-SUUNNITELMAN TAUSTAKSI

Kirjallisuuskatsauksen pohjalta löytyi suurin osa yleisestä informaatiosta lentokenttien suunnittelutyöhön. ICAO Annex 14: Aerodrome Design and Operations 2022 sekä EASA:n Easy Access Rules for Aerodromes 2023 määräykset, ohjeet ja suositukset antoivat reunaehdot.

Olennaista on ymmärtää alueen tuleva tarve. Silloin on hyvä peilata menneisyyttä ja tutkia kuinka suuri käyttöaste alueella on ollut lentokoneiden määrien sekä niiden koon osalta. Myös DHL Express Finlandin investoinnit ja uusi rakenteilla oleva terminaali tuo muutoksen asematasolle 4, mutta samalla indikoi yleisesti lentorahdin kysynnän kasvua myös tulevaisuudessa (DHL Express...2023).

Edellä mainittujen lisäksi oli tärkeää päästä myös tekemään omia havaintoja paikan päältä. Kun aluetta ja siellä tapahtuvaa toimintaa seuraa sivusta, niin voi huomata erilaisia asioita, mitä karttoja tutkimalla ei havaitse.

4.1 Aineiston kerääminen

Oikean ja ajantasaisen tiedon löytämiseen kului iso osa materiaalin keräämisestä. Osa löytyi varsin helposti, mutta osa uusimmista painoksista oli vain kaupallisesti saatavilla. Työssä käytetyt lentoaseman kirjalliset toimintaohjeet ja -säännöt saatiin Finavialta.

Googlen Earth Engine -karttapalvelusta löytyi timelapse-satelliittikuvat alueen kehityksestä aina vuodelta 1984 alkaen. Tämä oli mielenkiintoista ja havainnollistavaa koko alueen kehityksessä aina nykypäivään asti. (Google Earth Engine Timelapse s.a.) Finavian kiinteistön henkilökunta sai kaivettua omista arkistoista karttoja (Liite 1–7), joiden avulla pystyi hahmottamaan alueen seisontapaikkojen koon ja määrän tarkemman kehityksen. Myös alueen käyttötarpeen muutos näkyi pelkästä rahtiliikenteestä yhdistettynä kaupallisen lento- toimintaan sekä rajavartioston liikennöintiin

Tutkimuskysymyksiin tarvittiin vastauksia eri osaamisaloilta, jotta voitaisiin nähdä tarpeet ja haasteet eri näkökulmista. Pääosa henkilövalinnoista kyselyä sekä muun informaation hankkimista varten tehtiin yhdessä Helsinki-Vantaan lentoturvallisuuspäällikön kanssa.

Finavian apron managementin päällikkö antoi kommentit lentokentän marshal-
lereiden eli valvojien näkökulmasta. Haastattelu suoritettiin paikan päällä vie-
railemalla asemataso 4:lla, jolloin pystyttiin tekemään myös yhteisiä havaintoja
sekä tarkennuksia ratkaisuihin ongelmiin.

Historiadataa alueen paikoituksesta annettiin Finavian apron managementista. Sitä analysoimalla (Taulukko 4) pystyttiin tarkastelemaan asematasolla 4 ole-
vien 401–408 seisontapaikkojen päivittäinen käyttöaste ajanjaksolla 2.1.2019-
29.2.2024. Käyttöaste laskettiin seuraavalla tavalla: Jos seisontapaikalta lähti
saman päivän aika yksi tai useampi ilma-alus, niin silloin laskettiin seisonta-
paikalle 100 % käyttöaste. Tällä tavoin saatiin tieto saman päivän aikana tar-
vittavasta alueen käyttöasteesta. Vain kahtena päivänä oli 7 seisontapaikkaa
samanaikaisesti käytössä lähtevien lentojen osalta. Tarkemman lentojen saa-
pumis- ja lähtöaikojen tarkastelun jälkeen toisena päivänä oli vain 5 minuutin
päällekkäisyys samanaikaisesta käytöstä.

Taulukko 4. Lähtevien lentojen määrä seisontapaikoilta 401–408 (Finavia paikoitusdata 2024)

Lähtevät lennot seisontapaikat 401-408		
Ajanjakso: 2.1.2019-29.2.2024		
Seisontapaikkoja käytössä	Päivien lukumäärä	%-osuus
0	222	11,8 %
1	177	9,4 %
2	97	5,1 %
3	385	20,4 %
4	546	29,0 %
5	376	19,9 %
6	80	4,2 %
7	2	0,1 %
8	0	0,0 %
Total	1885	100 %

Koska maailmanlaajuinen pandemia vaikutti etenkin lentoliikenteeseen vuodesta 2020 eteenpäin, niin tarkasteluun tuli erikseen vielä vuosi 2019, jolloin lentoliikenne oli vielä kovassa kasvussa (Taulukko 5).

Taulukko 5. Lähtevien lentojen määrä seisontapaikoilta 401–408 (Finavia paikoitusdata 2024)

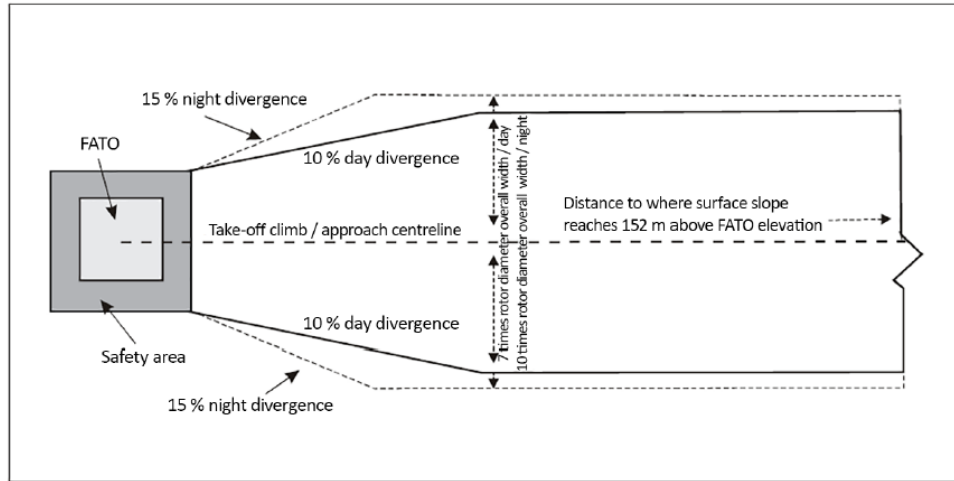
Lähtevät lennot seisontapaikat 401-408		
Ajanjakso: 2.1.2019-31.12.2019		
Seisontapaikkoja käytössä	Päivien lukumäärä	%-osuus
0	50	13,7 %
1	11	3,0 %
2	41	11,3 %
3	36	9,9 %
4	103	28,3 %
5	106	29,1 %
6	17	4,7 %
7	0	0,0 %
8	0	0,0 %
Total	364	100 %

Isossa roolissa tutkimuksen edistämiseksi olivat Finavian liikennealuepalveluiden suunnitteluinsinöörit. Tapaaminen lentokenttäsuunnittelun ammattilaisten kanssa oli hedelmällinen. Heidän suosituksestaan sovittiin uudelleenmallinnusten teko Autocad-ohjelmalla eikä PDF-kuvia muokkaamalla. Tällä tavoin pystyttiin hyödyntämään jo olemassa olevaa mallinnusta Helsinki-Vantaan lentoasemasta. Suurin hyöty tulisikin oikeista mittasuhteista.

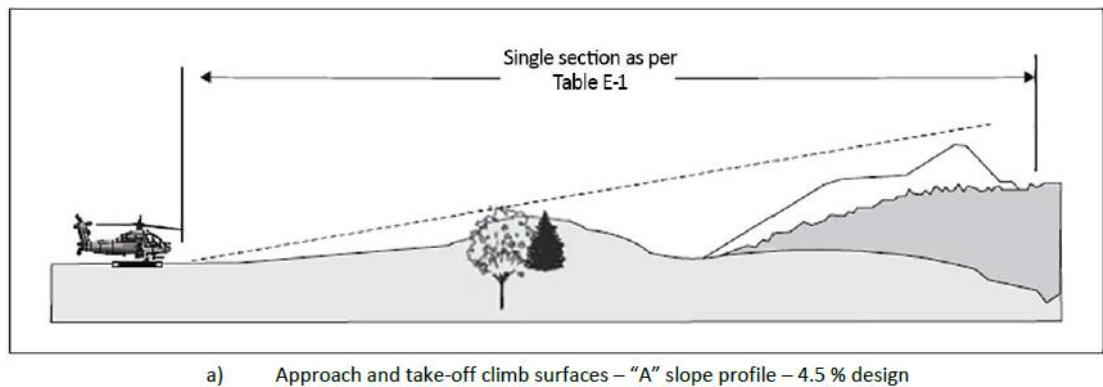
Poikkeuksellisen paljon aikaa kului ymmärryksen lisäämisessä ja aineiston keräämisessä helikopterien sekä FATO:n toiminnasta ja rajoituksista. Onneksi tähänkin sai apuja Finavian suunnitteluinsinööreiltä, jotka myös olivat opiskelemassa aihetta tarkemmin. Sivusuunnassa FATO ei käytännössä vaikuta asematason 4 toimintaan, mutta nousuissa ja laskuissa käytettävä liukupolku vaikuttaa asematason käyttöön.

Liukupolun alue tulee olla vapaa kiinteistä esineistä (Kuva 15), joten tämä rajoittaa esimerkiksi parkissa olevia korkeampia ilma-alueita. Rullausteilla liikkuvien ilma-alusten tulee huomioida samat rajoitukset, mutta niiden koordinointi on normaalia lennonjohdon päivittäistä toimintaa. FATO:n päässä olevan turva-alueen reunasta aloitetaan laskelma liukupolun vaatimasta vapaasta alueesta. Nousukulma on 4,5 % (Kuva 16). Päiväoperaatiossa vapaana tulee

olla 7 kertainen leveys helikopterin roottorin säteestä ja yöaikaan taas tulee olla 10 kertainen leveys. (EASA 2023, 809–811.)

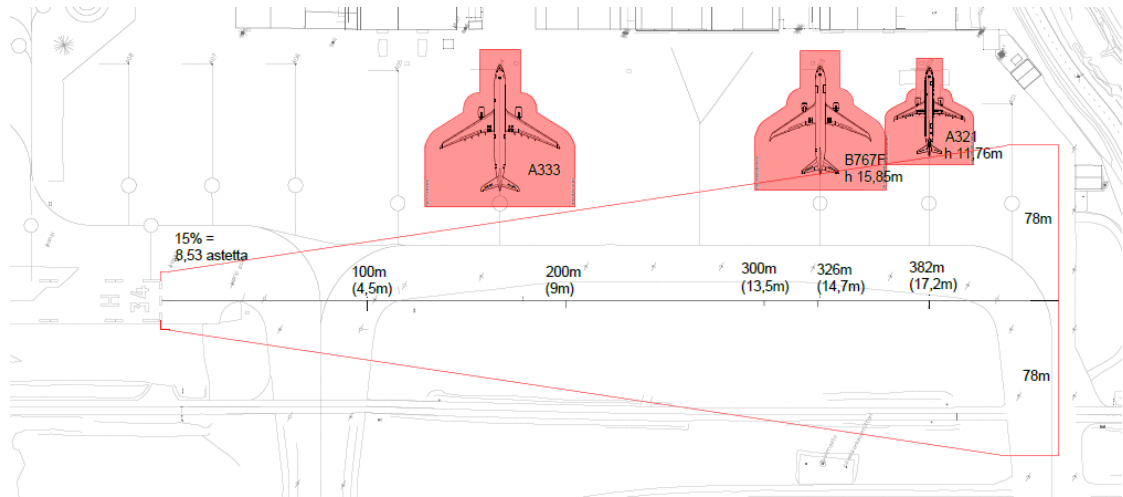


Kuva 15. Kuvakaappaus nousuun ja laskeutumiseen tarvittavan alueen leveys (EASA 2023, Figure E-2)



Kuva 16. Kuvakaappaus A-liukupolon määritelmä (EASA 2023, Figure E-4.a)

Rajavartiolaitos käyttää toiminnassaan muun muassa Airbus H215 Super Puma -helikopteria, jonka roottoreiden säde on 15,6 metriä (H215 Technical Information. s.a.). Tällöin vapaan liukupolon tulee olla 156 metriä leveä FATO:n keskilinjasta (Kuva 17).



Kuva 17. Super Puma -helikopterin vapaana pidettävä liukupolku

4.2 Käyttäjien vastaukset tutkimuskysymyksiin

Suoria vastauksia tutkimuskysymyksiin alueen käytöstä tuli kahdelta eri henkilöltä Finavian sisältä.

1. Mitä logistia ongelmakohtia on nykyisessä rahtialueen mallissa
 - Ei maavirtaa kaikille konepaikoille.
 - 2 x Lentokonehalleista ulos siirretyillä koneilla välillä sähkösyöttö hallista jatkojohdolla
 - Ei maaliikenteen ajoväylää
 - Konepaikkojen lukumäärä liian suuri konekokoon nähden. Koneet mahtuvat, mutta tilaa maahuolinnalle ei ole erityisen paljoa.
 - FATO ja alueella olevan rullausväylän samanaikainen käyttö. Este-pinnat rikkoontuvat, mikäli rullausväylällä on kone.
 - Lentokoneiden siirto lentokonehalleihin ja sieltä pois tapahtuu avo-naisen alueen läpi, jota toisinaan käytetään seisontapaikkoina.
 - Maankäyttö - tila loppuu

2. Mitä turvallisuuteen vaikuttavia ongelmakohtia on nykyisessä rahtialu-teen mallissa? Miten turvallisuutta voidaan lisätä rahtialueella toimimi-nessä?
 - 2 x avonaisen alueen käyttö lentokonehallien edessä on kontrolloi-matonta ja lentokoneet lähtevät siitä omilla moottoreillaan. Aiheutta-vat suihkuvirtauksia viereisille konepaikoille.
 - 2 x maaliikenteelle ei ole turvallista ajoväylää alueella, alueelle tai alueelta vaan aina joudutaan kulkea sieltä missä myös lentokoneet kulkevat.
 - Maahuolinnan tilanahtaus tiiviisti rakennetuilla konepaikoilla.
 - Maaliikenteen kaista hankala saada lentokoneiden etupuolelle
 - Ei ole merkattuja maakalustoalueita. Tämä ei juuri ongelma tällä erää, kun toimijat toimivat siististi ja pitävät kalustonsa loitolla kone-paikoista.

- FATO:n sijainti ja käyttö on huomioitava lähinnä lennonjohdollisesti, mutta toki myös maahuolinnan on ymmärrettävä sen asettamat rajoitteet, jne.
3. Miten turvallisuutta voidaan lisätä rahtialueella toimimisessa?
 - Merkityt konepaikat, jotka olisivat Finavian järjestelmissä. Lupa kyseiselle konepaikalle täytyy saada, jolloin pysytään myös kartalla missä ja kuinka kauan konepaikka on varattuna.
 - Selkeät ajokaistat alueella, alueelle ja alueelta.
 - Karsitaan konepaikkojen lukumäärää tai rajoitetaan konekokoa.
 4. Mikä on arvioitu seisontapaikkojen määrän tarve ruuhka-aikana?
 - Ei tietoa suoralta kädeltä mutta tähän voisi käyttää FAA:n kaavaa, jolla lasketaan kapasiteettia. Muuttaa vain paikkamäärän (Number of Gates X:ksi), niin saadaan tarve.
 - Pitää varmaankin käyttää kapasiteettina keskiarvoa operaatiomääristä, joita alueella on ollut.
 - Toki tarvitaan tietoa keskimääräisistä kääntöajoista kapea- ja laajarunkokoneilla tuolla alueella
 - Käytännössä joka paikalla 401–405 on kone (ja tosiaan satunnaisesti 406–408)
 5. Mikä on arvioitu seisontapaikkojen määrän tarve muina aikoina
 - Vähäinen, tosin useampi rahtikone seisoo siellä pitkän ajan per päivä.
 6. Minkä kokoluokan lentokoneille seisontapaikat tulisi suunnitella?
 - E-viitekoodi olisi suositeltava, jos rahtitoimintaa ja varapaikkana muutenkin lentoaseman käyttöön erikoistilanteissa mm. Valtiovierailut, Divert-koneet tms.

4.3 Omat havainnot alueella ja vastaukset tutkimuskysymyksiin

Tutkijan omat havainnot perustuvat alueen tarkasteluun karttojen avulla sekä omiin havaintoihin alueella.

1. Mitä logistia ongelmakohtia on nykyisessä rahtialueen mallissa
 - Asematason 4 maa-alue on liian pieni
 - FATO:n sijainti rajoittaa lentokonepaikkojen käyttöä ja alueen suunnittelua
2. Mitä turvallisuuteen vaikuttavia ongelmakohtia on nykyisessä rahtialueen mallissa? Miten turvallisuutta voidaan lisätä rahtialueella toimimisessa?
 - Ei maaliikennekaistaa alueella/alueelle/alueelta.
 - Ei merkittyjä ERA-alueita tai GSE-alueita
3. Miten turvallisuutta voidaan lisätä rahtialueella toimimisessa?
 - Lisätään maaliikennekaistat alueelle pääsemiseksi ja alueelta poistumiseksi

- Lisätään maaliikennekaista ohjaamaan maaliikennettä asematasolla
 - Mietitään konepaikkojen määrä uudestaan tarpeen mukaan
 - Merkataan nykyiset E-viitekoodin lentokoneiden poikkeuspaikat selkeämmin
4. Mikä on arvioitu seisontapaikkojen määrän tarve ruuhka-aikana?
 - 6 kpl perustuen Finavian paikoitusdataan perustuen (Taulukko 4)
 5. Mikä on arvioitu seisontapaikkojen määrän tarve muina aikoina
 - Rahtilennoilla voi olla pitkäkin maa-aika, joten vastaus, kuin kysymyksessä 4.
 6. Minkä kokoluokan lentokoneille seisontapaikat tulisi suunnitella?
 - Monikäyttöiset MARS-paikat toisivat parhaan hyödyn alueelle ja pitäisi sen myös selkeänä.
 - Nämä tulisi suunnitella vähintään E-kokoluokan lentokoneille.

5 UUELLEENMALLINNUKSEEN

Uudelleenmallinnus tapahtui käyttämällä suunnitteluohjelmaa Autocadia. Tutkija ei ollut aiemmin käyttänyt kyseistä ohjelmaa, joten aikaa tuli käyttää myös sen opetteluun. Itseopiskelumateriaalia löytyi hyvin internetistä, jonka avulla ohjelman keskeisimpiä toimintoja pystyi käyttämään. Finavian suunnitteluinsinöörit antoivat käyttöön karttamallin Helsinki-Vantaan lentoasemasta sekä valmiit mallinnukset yleisistä lentokonetyypeistä sekä niiden varoaluista.

Tällä kertaa suunnittelussa oli myös lentokoneiden korkeus myös tärkeänä elementtinä, koska FATO:n liukupolku menee asematason ja seisontapaikkojen yli. Lentokonevalmistajien omilta sivuilta sekä muista tietokannoista löytyivätkin tarkemmat tiedot, joista koostettiin oma taulukko (Taulukko 6). Boeingin nykyään tuotannossa olevat lentokoneiden (Boeing Freighter Family s.a.) ja B747-400 (747-400/-400ER Freighters 2010) tiedot. Eurooppalaisen Airbusin nykyään tuotannossa olevat lentokoneiden (Freighters – The future of efficiency s.a.) sekä mallinnuksessa käytetty ainoa F-kategorian lentokone A380-800 (Airbus 2021) tiedot. Kaupallisessa liikentotoiminnassa on yleensä käytössä pienemmät konetyypit ja mallinnuksessa käytettiin Bombardierin CL60 (Bombardier Challenger 600 s.a.) ja Cessna C25A (Cessna 525A Citation CJ2 s.a.) tietoja.

Taulukko 6. Mallinnuksessa käytetyt konetyyppien mitat

ICAO Kategoria	Malli	Leveys (m)	Pituus (m)	Korkeus (m)
F	A380-800	79,75	72,73	24,1
E	B747-400	64,40	70,70	19,40
E	B777-F	64,8	63,7	18,6
E	A330-200	60,30	58,82	17,39
D	B767-300 BCF	50,90	54,94	15,85
C	A321-NEO	35,80	44,51	11,76
C	B737-800	35,80	39,50	12,60
B	CL60	19,60	20,85	6,30
B	C25A	15,10	14,50	4,20

Molemmissa vaihtoehdoissa oli tavoitteena saada maaliikenneväylät alueelle, jotta kulku olisi turvallista myös alueella vähemmän käyville työntekijöille. Alueelle pääsemiseksi suunniteltiin kaksi maaliikenteelle tarkoitettu väylää. Maaliikennekaista sijoitettiin molemmissa vaihtoehdoissa kulkemaan ensin seisontapaikkojen takaa ja sitten siirtymään niiden etupuolelle. Suunnitelma johti tähän FATO:n tuomista rajoituksista lentokoneiden korkeuden osalta paikkojen 401–403 kohdalla sekä rullaustien siirtymisen FATO:n vuoksi paikkojen 406–408 kohdalla. Tällä mallilla isommat lentokoneet mahtuvat nykyisille seisontapaikoille 402 ja 403, Myöskään maaliikenteen ajoneuvot eivät vahingossakaan ajaudu FATO:n rajoittamalle alueelle. Samanaikaisen toiminnan rajoittaminen FATO:lla ja rullausväylillä on lennonjohdon normaalia operatiivista työtä.

Alue on hyvin ahdas, joten tilaa saa vain poistamalla yhden seisontapaikan muuta toimintaa varten. Asemataso 4 kapasiteettitarkastelun perusteella (Taulukko 4) yhden paikan käytöstä poistaminen on mahdollista. Molemmissa vaihtoehdoissa säilyi 7 kappaletta lentokoneiden seisontapaikkoja. Tutkija pysyi pääosin nykyisen kaltaisessa nose-in (Kuva 3) asematasomallissa.

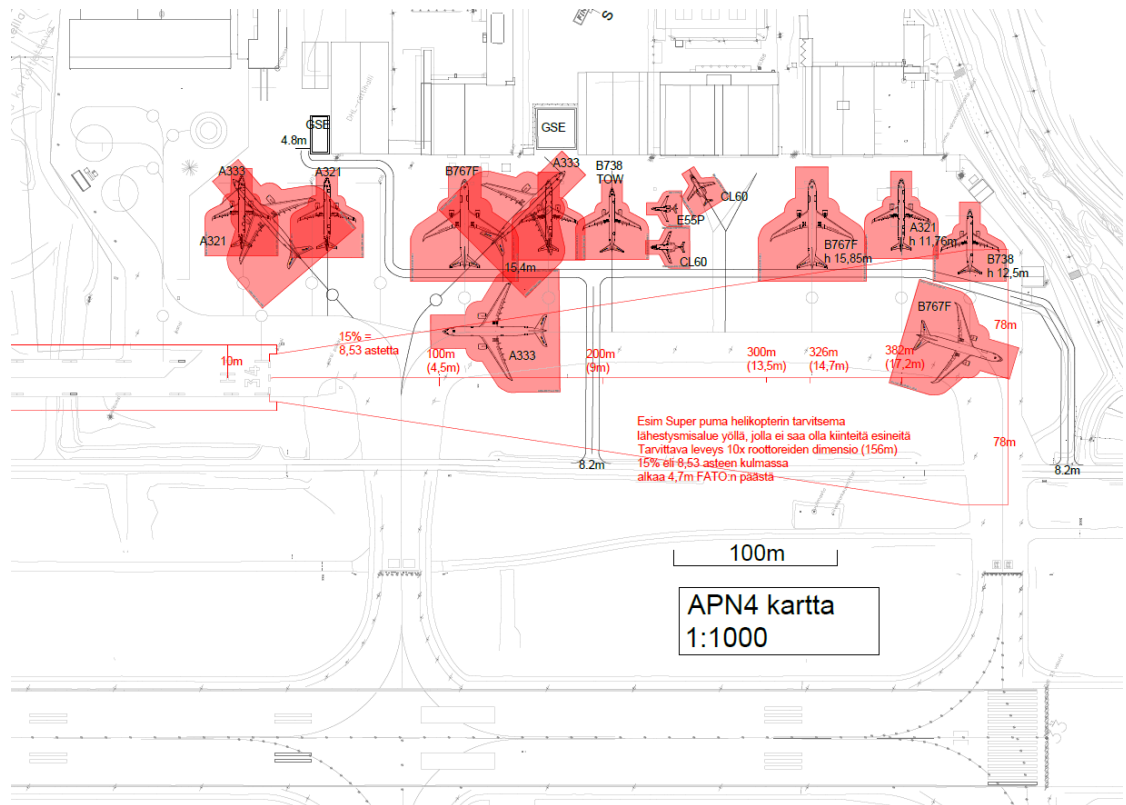
Vaikka käyttäjien vastauksissa ei nostettu huolta kalustoalueiden puutoksista, niin tutkija halusi lisätä ne, jotta mahdolliset tulevaisuuden muutokset alueella toimivien maahuolintayritysten kasvussa ei tuo sitten ongelmia.

Molemmissa vaihtoehdoissa luotiin myös kaupallista lentotoimintaa harjoittavan hallin eteen konepaikkoja, jossa koneiden saapuminen ja säilytys on asianmukaista.

5.1 Vaihtoehto A

Vaihtoehto A:n (Kuva 18) tavoitteena oli tehdä versio, jossa maatoiden tarve olisi mahdollisimman vähäinen ja kustannukset olisivat pienemmät. Maaliikennekaista olisi huoltotien ja asematason välillä yhtä leveä kuin muilla Helsinki-Vantaan lentoasemalle olevat kaistat eli yhteensä noin 8,2 m leveä. Tähän päädyttiin siksi, että tuolla alueella ei voi kunnolla väistää isompaa ajoneuvoa tai rahtiletkaa nurmikentän vuoksi, koska tankkausajoneuvot voivat olla jopa 3 m leveitä. Rahtipalletit ovat leveydeltään 3,17 m (Air Freight Container Types and Dimensions. s.a). Niitä kuljetusta varten rakennetut rahtialustojen letkat ovat 3,3 m leveitä (Container Trailer 10ft 2019). Asematasolle koneiden taakse ja eteen suunniteltu osa jouduttiin kaventamaan 4,8 metriä leveäksi, koska rullaavien lentokoneiden varoalue olisi jäänyt alimittaiseksi. Kapeampaa kulkuväylää indikoi poistettu keskiviiva. Tällä tavoin maaliikenne saadaan ajatettua turvallista reittiä läpi asematason. Alueella voi kuitenkin tarpeen tullessa antaa helposti tilaa vastaantulevalle leveämmälle liikenteelle väistämällä lentokonepaikkojen puolelle. Kaista siirtyy lähemmäksi rakennuksia seisontapaikalla 406, jolloin ei tule ongelmaksi 407 ja 408 paikkojen edellä FATO:n vuoksi siirtyä rullaustie sekä rajavartiolaitoksen kielletty alue. 406 poistuisi käytöstä. Yhtään maavirtakaivollista paikkaa ei kuitenkaan menetetä.

Poikkeusratkaisulla tulisi 2 kappaletta E-viitekoodin paikkoja, jotka operoitaisiin FATO:n viereisestä rullausväylästä, koska ne eivät mahtuisi kulkemaan seisontapaikkojen 401–403 editse turva-alueen tarpeensa vuoksi.



Kuva 18. Asemataso 4 suunnitteluvaihtoehto A

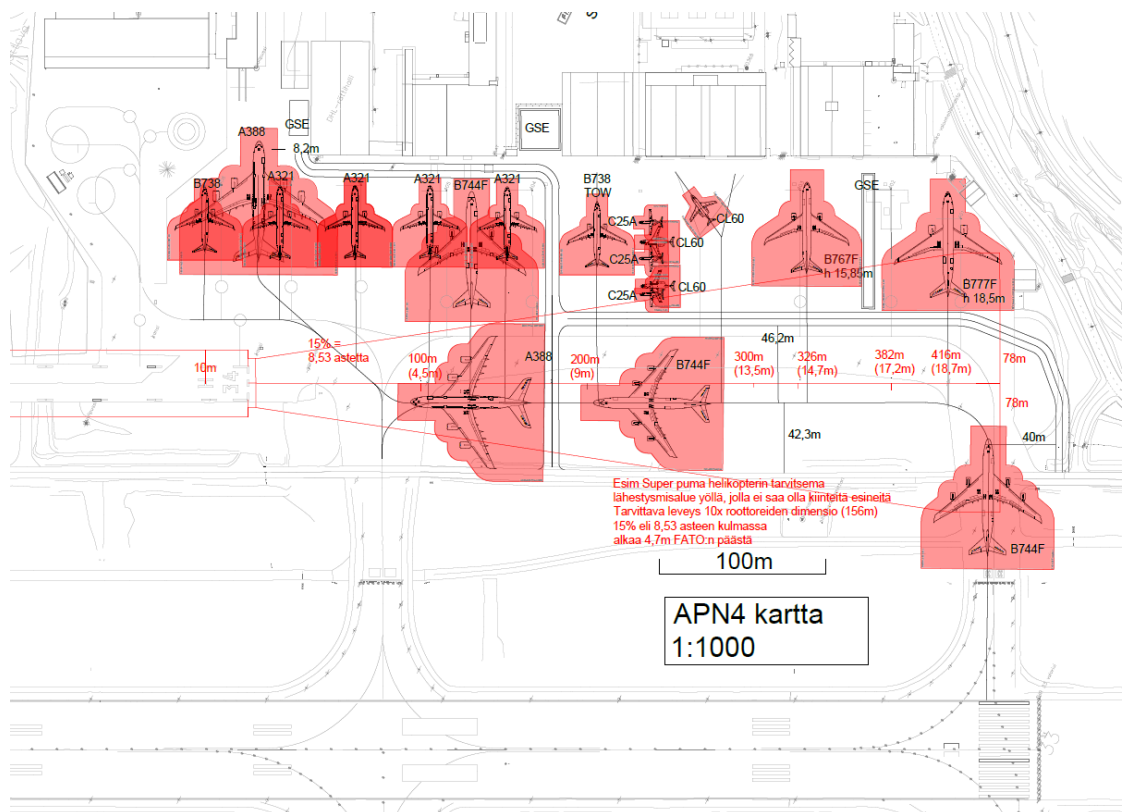
5.2 Vaihtoehto B

Vaihtoehdon B (Kuva 19) suunnittelussa hyödynnettiin MARS-paikkamallia, jossa alueelle saadaan yksi isompi tai sitten kaksi pienempää lentokoneiden seisontapaikkaa. Tällä tavalla alueelle saatiin pidettyä selkeänä ja luotua jopa paikka F-viitekoodin lentokoneelle ja samanaikaisesti vielä kahdelle E-viitekoodin paikalle. Jotta 401 paikalle saadaan E-viitekoodin lentokone, tulee purkaa paikan oikeassa etukulmassa oleva pieni kalustohalli. Uudet seisontapaikkojen numerot olisivat 401, 402, 403/A/B, 404 sekä 405/A/B.

Maaliikenteelle luotiin samanlainen kaista kuin muillakin Helsinki-Vantaan asematasoilla. Kaista olisi yhteensä noin 8,2 m leveä. Kaista edelleen kulki lentokonepaikkojen 401–402 takaa ja siirtyisi heti lentokonehallien jälkeen kulkemaan sisäpuolta, jotta FATO:n vuoksi siirtyvä lentokoneiden rullaustie ei tuo ongelmia varoalueiden kanssa. FATO:n liukupolun tarvitsema rajoitettu alue ei aina myöskään mahdollisuutta rakentaa kunnollista kaistaa kulkemaan kokonaan lentokonepaikkojen etupuolella, koska tilaa ei ole tarpeeksi siirtää uutta seisontapaikkaa 402 taaksepäin.

Seisontapaikkojen takana olevaa rullaustietä siirrettäisiin nykyiselle nurmialueelle lähemmäksi kiitotietä. Tällä tavoin alueelle saatiin tilaa E-viitekoodin lentokoneen läpirullaukseen. Myös F-viitekoodin lentokone saadaan ajatettua uuden seisontapaikan 404 takana olevaa rullaustietä pitkin uudelle seisontapaikalle 405. Tällä paikalla on mahdollista myös lentokoneen nokasta kuormattavien koneiden lastaus, jos kyseessä on ylipitkää rahtia.

Kun alue on suunniteltu tällä tavoin, niin maavirtakaivot pystytään rakentamaan myös jokaiselle seisontapaikalle. Tällä vähennetään alueella olevaa maakalustoa ja sen vaikutusta ympäristöön.



Kuva 19. Asemataso 4 suunnitteluvaihtoehto B

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Kyselyiden ja omien havaintojen perusteella alueelle tulee tehdä jotain. Isoina haasteina asemataso 4 suunnitteluun ovat etenkin käytettävän alueen rajallisuus sekä FATO:n tuomat rajoitukset etenkin liukupolun osalta.

Asematasoa saadaan isommaksi vain rakentamalla. Tällöin vaakakupissa on maatoiden kustannukset vs. tarve. Etenkin rullausteiden pohjan tulisi kestää

lentokoneet, jotka voivat olla täydellä kuormalla lähtiessä todella painavia. Tila saadaan järkevämmäksi myös vähentämällä seisontapaikkojen määrää ja poistamalla yksi tarpeettomana.

6.1 Tulokset ja niiden analyysi

Jos alueen toiminta halutaan pitää ennallaan rahdin ja liikentotoiminnan yhteisenä, niin silloin tarve on isommille muutostöille. Rahtitoiminta on maailmalla yleisesti kasvussa ja samalla myös lentokoneiden koko. Ainakin E-viitekoodin lentokoneille tulisi löytyä useampi seisontapaikka ilman poikkeusjärjestelyjä ja niillä pitäisi olla mahdollisuus rullata asematason ja kiitotien väliä molempia rullausväyliä pitkin.

Asematasolle suunniteltiin kaksi sinne kulkevaa kaistaa, jotta ajoneuvojen liikenne olisi sujuvaa. Tarvittaessa pärjättäisiin myös yhdellä, jos esimerkiksi kustannukset kasvaisivat liikaa. Silloin tutkija suosittelee rakentamaan kaistan, joka alkaa alueen oikeasta reunasta. Tällöin maaliikenteen ei tarvitsisi mennä lainkaan kiitotien lähellä olevan lentokoneiden rullaustien yli.

Jotta alue saadaan pidettyä selkeänä, tulisi asemataso 4 olla rahtilentokoneiden osalta nose-in-mallisena paikoituksena. Selkeys luo myös turvallisuutta, kun ei tarvitse tehdä poikkeusjärjestelyjä mahdutettaessa isompia lentokoneita alueelle. Tämän mahdollistaa vain asematason laajentaminen siirtämällä rullaustietä kiitotietä kohti. Seisontapaikkojen käyttö saadaan vielä monipuolisemmaksi hyödyntämällä MARS-paikoitusmallia.

Leveyttä seisontapaikoille saadaan poistamalla yksi nykyisestä kahdeksasta rahtilentokoneen seisontapaikasta. Tätä pohdintaa tukee myös aiempi paikoitusdatan analysointi. Tällöin voidaan myös säästää huomattavia summia, koska ei tarvitse tehdä isoja maatöitä asematason leventämiseksi.

Ilma-aluksen maahuolintaan tarvitaan maakalustoa. Näille tulisi määritellä kulun lisäksi myös konkreettiset alueet säilytystä varten. Säilytyspaikat tekevät aluetta selkeämmäksi ja se tukee edelleen ajatusta alueen turvallisuuden lisäämisestä sekä kunnossapidon helpottamisesta.

Tämän pohdinnan tuloksena tutkija suosittelee Helsinki-Vantaan lentoaseman asemataso 4:n malliksi vuonna 2030 vaihtoehtoa B. Tutkimustuloksia voi pitää luotettavina useista syistä. Lopputulokset ovat linjassa voimassa olevien määräysten kanssa lentoasemien rakentamisesta ja vastaavat tutkittuun dataan liikennetarpeesta alueella sekä haastatteluiden perusteella havaittuihin ongelmakohtiin. Työn tilaaja Finavia näkee tutkimuksen tuloksien olevan hyödynnettävissä, kun aluetta aletaan kehittää.

6.2 Kehitysehdotukset

Jatkotutkimuksen kohteena Helsinki-Vantaan lentoasemalla tulisi miettiä asematasojen käyttöä kokonaisuuden kannalta. Nykyinen asemataso 3:lla oleva liikentoterminaaliliikenne on haastavalla paikalla koko asematason toiminnan kannalta. Terminaali sijoittuu tällä hetkellä muiden asematasojen sekä tankkausyritysten toimipisteiden välille. Kaupalliset liikentokoneet muodostavat ajoittain koko maaliikenteen pysähtymistä, jolloin kriittinen polttoaineen jakelu kaikille lähteville lennoille voi hidastua.

Tutkija näkee, että ikääntyvä liikentoterminaaliliikenne voitaisiin suunnitella asematasolle 4. Tämä selkeyttäisi toimintaa asematasolla 3, kun siellä toimisi vain rahtiyhtiöt sekä muu säännöllinen matkustajaliikenne. Se poistaisi myös kriittisen pullonkaulan koko lentoaseman toiminnassa.

Asematason 4 nykyinen koko riittäisi tällöin paremmin, koska yleisesti liikentokoneet ovat kooltaan pienempiä. Valtiovieraiden kulku pystyttäisiin myös turvaamaan paremmin lentoaseman ulkopuolelle, koska alueelta on lyhyt matka Tuusulanväylälle ja siitä eteenpäin.

LÄHTEET

A330-200F. s.a. Airbus. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://aircraft.airbus.com/en/aircraft/freighters/a330-200f> [viitattu 13.03.2024].

Airbus. 2021. A380. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.airbus.com/sites/g/files/jlcbta136/files/2021-12/EN-Airbus-A380-Facts-and-Figures-December-2021_0.pdf [viitattu 05.03.2024].

Airport Cooperative Research Program, Ricondo & Associates, National Research Council (U.S.). 2013. Transportation Research Board, and Engineering National Academies of Sciences and Medicine (U.S.). Transportation Research Board. Apron Planning and Design Guidebook. ACRP Report. Transportation Research Board. Saatavissa: <https://nap.nationalacademies.org/read/22460/chapter/5#103> [viitattu 05.03.2024].

Boeing. 2010. 747-400/-400ER Freighters. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.boeing.com/content/dam/boeing/boeingdotcom/company/about_bca/startup/pdf/freighters/747-400f.pdf [viitattu 05.03.2024].

Boeing Freighter Family. s.a. Boeing. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.boeing.com/commercial/freighters#overview> [viitattu 05.03.2024].

Bombardier Challenger 600. s.a. Skylibrary. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://skybrary.aero/aircraft/cl60> [viitattu 05.03.2024].

Cessna 525A Citation CJ2. s.a. Skylibrary. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://skybrary.aero/aircraft/c25a> [viitattu 05.03.2024].

Destination: MARS. 2023. TYLin. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.tylin.com/insights/destination-mars> [viitattu 11.03.2024].

DHL Express investoi merkittävästi Suomeen – Rakennuttaa uuden logistiikkakeskuksen Vantaalle. 2023. DHL. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.dhl.com/fi-fi/home/lehdisto/lehdisto-arkisto/2023/dhl-express-investoi-merkittavasti-suomeen.html> [viitattu 10.02.2024].

European Union Aviation Safety Agency (EASA). 2023. Easy Access Rules for Aerodromes (Regulation (EU) No 139/2014) CS-ADR-DSN - issue 6 – Certification Specifications and Guidance Material for Aerodrome Design. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.easa.europa.eu/en/document-library/easy-access-rules/easy-access-rules-aerodromes-regulation-eu-no-1392014> [viitattu 10.02.2024].

Finavia. 2023. Helsinki-Vantaan toimintakäsikirja. PDF-dokumentti. Salainen.

Finavia lentoasemat. s.a. Finavia. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.finavia.fi/fi/lentoasemat> [viitattu 10.02.2024].

Finavia liikennetilastot vuosisarjoina. 2024. Finavia. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.finavia.fi/fi/tietoa-finaviasta/tietoa-lentoliikenteesta/liikennetilastot?navref=paragraph&id=> [viitattu 28.02.2024].

Finavia paikoitusdata. 2024. Sisäinen dokumentti. Salainen.

Fintraffic ANS. 2024. EFHK Aircraft parking / docking chart. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.ais.fi/eaip/001-2024_2024_01_25/documents/Root_WePub/ANSFI/Charts/AD/EFHK/EF_AD_2_EFHK_APDC.pdf [viitattu 06.03.2024].

Freighters – The future of efficiency. s.a. Airbus. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://aircraft.airbus.com/en/aircraft/freighters> [viitattu 05.03.2024].

Google Earth Engine Timelapse. s.a. Google. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://earthengine.google.com/timelapse/> [viitattu 31.01.2024].

H215 Technical Information. s.a. Airbus. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.airbus.com/en/products-services/helicopters/civil-helicopters/h215/h215-technical-information> [viitattu 05.03.2024].

Helsinki-Vantaa lentoaseman historia. s.a. Finavia. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.finavia.fi/fi/lentoasemat/helsinki-vantaa/lentoasemalla/lyhyesti/historia> [viitattu 28.02.2024].

How ICAO Develops Standards. s.a. ICAO. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.icao.int/about-icao/AirNavigationCommission/Pages/how-icao-develops-standards.aspx> [viitattu 10.02.2024].

IATA. 2019. Airport Development Reference Manual 11th Edition. Montreal - Geneva. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.scribd.com/document/557391125/Airport-Development-Reference-Manual-11th-Edition?doc_id=557391125&order=628837301 [viitattu 28.02.2024].

ICAO. 2005. Aerodrome Design Manual: Part 2 Taxiways, Aprons and Holding Bays. 4th Edition. Doc 9157 AN/901. ICAO. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://skybrary.aero/sites/default/files/bookshelf/3090.pdf> [viitattu 10.02.2024].

ICAO. 2021. Aerodrome Design Manual: Part 4 Visual Aids. 5th Edition. Doc 9157 AN/901. ICAO. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.scribd.com/document/648492813/ICAO-DOC9157-Aerodrome-Design-Manual-Part-4-Visual-Aids-5th-2021> [viitattu 13.03.2024].

ICAO. 2022. Annex 14, Aerodromes – Volume I, Aerodrome Design and Operations. 9th Edition. ICAO Montreal. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.bazl.admin.ch/dam/bazl/en/dokumente/Fachleute/Regulationen_und_Grundlagen/icao-annex/icao_annex_14_aerodromesvolumei-aerodromedesignandoperations.pdf.download.pdf/an14_v1_cons.pdf [viitattu 05.03.2024].

Interfreight logistics. s.a. Air Freight Container Types and Dimensions. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://interfreightlogistics.com/wp-content/uploads/2017/11/Air-Freight-Container-Types-and-Dimensions.pdf> [viitattu 05.03.2024].

Janic, M. 2013. Airport Analysis, Planning and Design: Demand, Capacity and Congestion, Nova Science Publishers, Incorporated, ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/xamk-ebooks/detail.action?docID=2194179> [viitattu 05.03.2024].

Knott. 2019. Container Trailer 10ft. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.knott.sk/storage/files/global/Web/Dokumenty/Brochures/knott_flyer_10ft_cont_trailer.pdf [viitattu 07.04.2024].

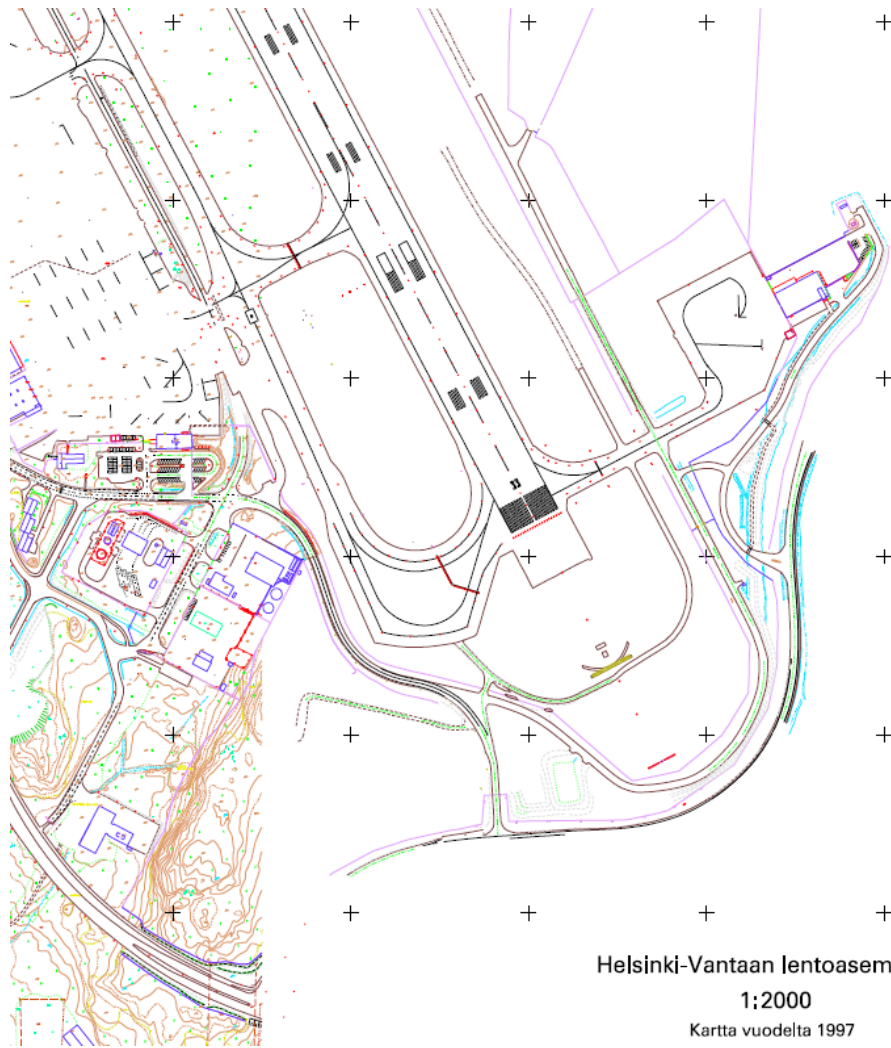
Koski, M. s.a. Yle. Helsinki-Vantaan lentokenttää uhkaa polttoainepula jo viikon päästä. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://yle.fi/a/74-20078553> [viitattu 28.03.2024].

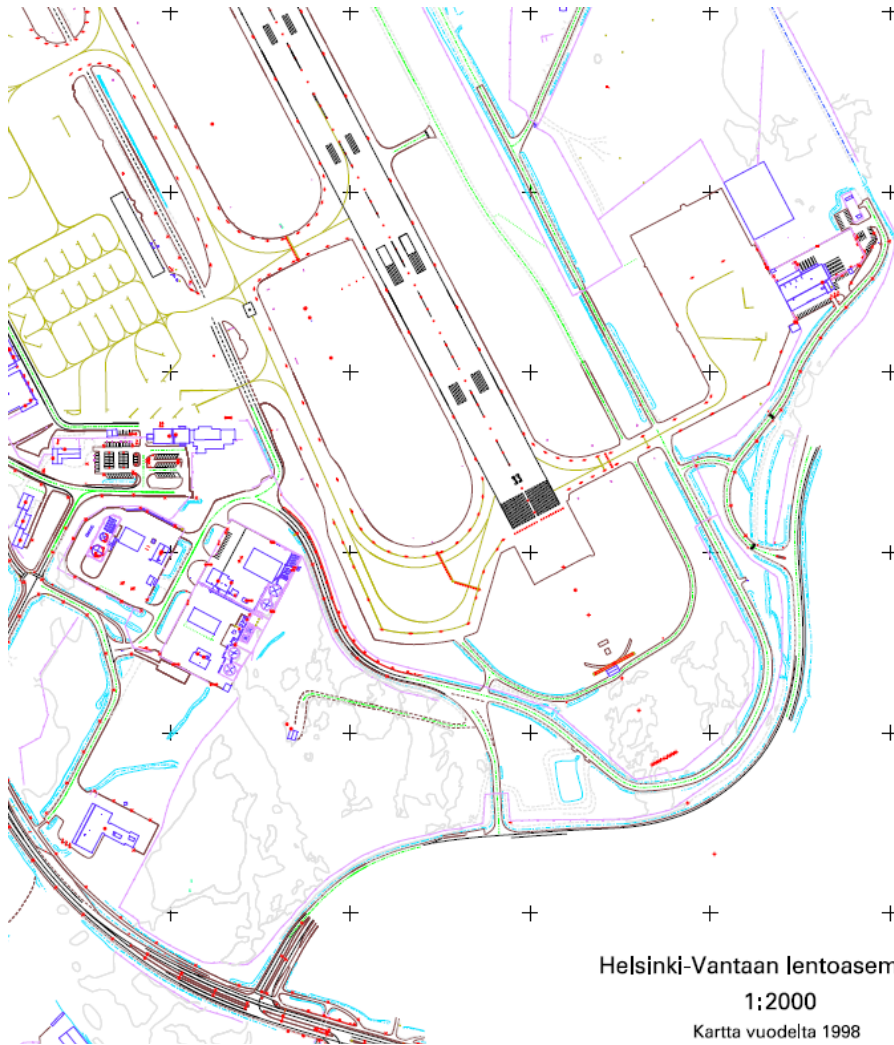
Kuosmanen, P. 2017. Valokuvat vuodelta 2017. Tekijän hallussa.

Laki lentoasemaverkoista ja maksuista 11.3.2011/210

Maanmittauslaitos. 2024. Helsinki-Vantaan lentoasema seisontapaikat 171-172. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://asiointi.maanmittauslaitos.fi/kartta-paikka/> [viitattu 23.03.2024].

Tietoa Finaviasta - Visio ja strategia. s.a. Finavia. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.finavia.fi/fi/tietoa-finaviasta/visio-ja-strategia?navref=paragraph> [viitattu 28.02.2024].





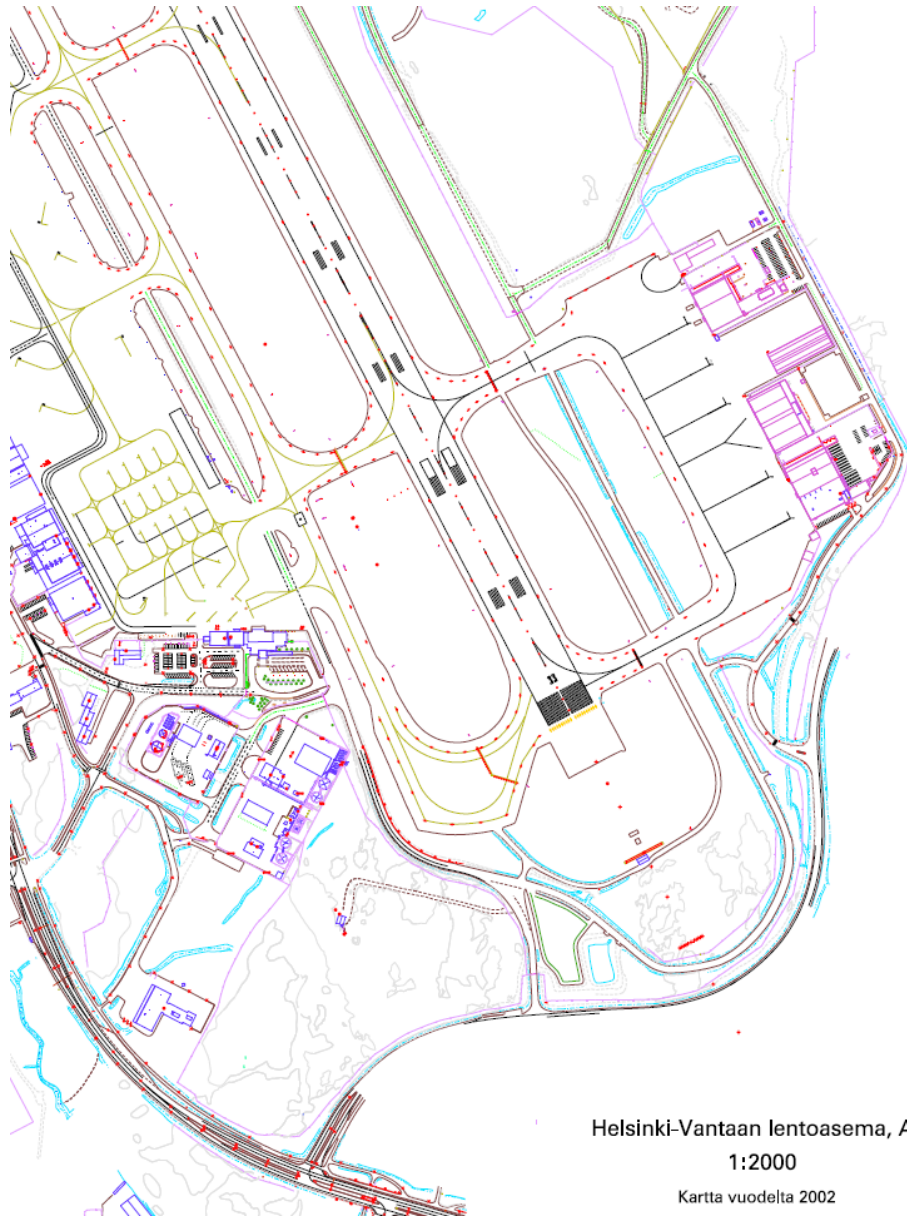
Helsinki-Vantaan lentoasema, APN4
1:2000
Kartta vuodelta 1998



Helsinki-Vantaan lentoasema, APN4

1:2000

Kartta vuodelta 2000-2002



Helsinki-Vantaan lentoasema, APN4

1:2000

Kartta vuodelta 2002

