

# “LENTOKONETEHDAS” NIMELTÄ FINNAIR

soveltaa Bosch Rexrothin uutta *IndraMotion for Handling* -järjestelmäratkaisua suihkumoottoreiden osia raepuhaltavan robotin moniakseliohjaukseen.

Teksti ja kuvat: Timo Jalkanen



Finnairin Air Bus 320 täydellisessä uudistuksessa Helsinki-Vantaan lentokentän kupeessa sijaitsevassa hallissa. Onko tämä enemmänkin uudistamistehdas kuin korjaamo? Asiaa pohtivat Finnairin Kari Kunnas (oikella) ja Bosch Rexrothin Tero Illi.



Matkustajalentokone ja rakennustelineet sen ympärille mahtuvat halliin hyvin. Rakenteilla on vielä suurempi halli, tulevien Finnairin suurimpien Airbus 350 –koneiden tarpeisiin. Uudistettu suihkumoottori edessä oikealla odottaa rungon valmistumista.

### Helsinki Vantaan lentokentän kyljessä olevissa

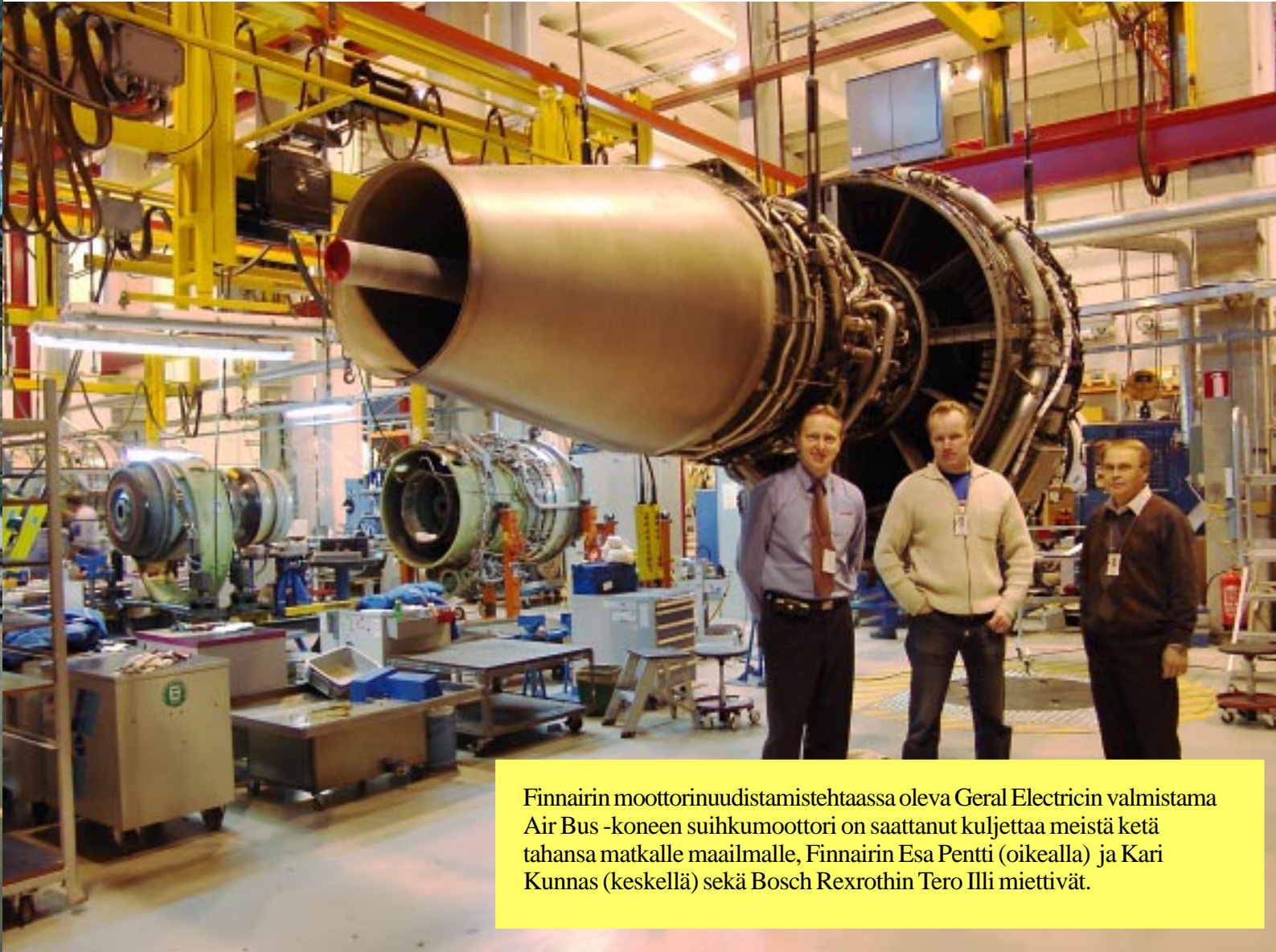
sivurakennuksista, ulkopuolisten katseilta piilosta, löytyy 2500 henkeä työllistävä Finnairin tekniikkaosasto. Se vastaa paitsi päivittäisestä lentokoneiden huolloista, niin myös hyvin suuristakin korjaus ja uudistustehtävistä, mukaan lukien koko koneen rungon ja sisustan uusimiset.

Korjaamoinsinööri **Esa Pentti** kertoo, että moottorinuudistamistehdas (MUTE) hoitaa suihkumoottoreiden kunnostuksen. Osasto myy moottorinkorjauspalvelua myös muillekin yhtiöille, mm. Lufthansalle ja SASille. Osastolla on töissä 300 henkilöä

“Olemme menossa korjaamisesta uudistamiseen. Uudistettu suihkumoottori on uuden veroinen. Vaikka moottorin täyskorjaus maksaa satoja tuhansia Euroja, se kannattaa, sillä jo yksi korjattu osa maksaa uutena satoja tuhansia euroja, kalleimmat puoli miljoonaa euroa. Uudistettu suihkumoottori voi odottaa varastoituna lentokoneeseen asennusta tai se voidaan myydä ja kuljettaa rahtina toiseen maahan”, Esa Pentti kertoo.



Suihkumoottorin kovaan rasitukseen joutuvat perusosat jäävät polttoaineensyöttö-, sekä säätö- ja ohjausputkien taakse, mutta juuri ne ovat kuitenkin pääasiallinen korjausten kohde.



Finnairin moottorinuudistamistehtaassa oleva Geral Electricin valmistama Air Bus -koneen suihkumoottori on saattanut kuljettaa meistä ketä tahansa matkalle maailmalle, Finnairin Esa Pentti (oikealla) ja Kari Kunnas (keskellä) sekä Bosch Rexrothin Tero Illi miettivät.

#### Suihkumoottoritekniikan lyhyt oppimäärä:

Nykyaikaiset matkustajalentokoneiden moottorit ovat poikkeuksetta *ohivirtaussuihkumoottoreita* (Turbofan), joissa jopa 90 % työntövoimasta syntyy moottorin edessä näkyvällä puhaltimella (1) niin että ilma kulkee edestä suoraan taakse ulkoilmaan(2) menemättä polttokammion läpi - siis ohivirtauksena. Uusimmissa suihkumoottoreissa puhaltimen halkaisijaa on edelleen suurennettu. Tällä saavutetaan hiljaisempi käyntiääni ja pienempi polttoaineen kulutus. Noin 10 % puhaltimen läpi tulevasta ilmasta johdetaan matalapaineahtimen (3) kautta korkeapaineahtimelle (4), joka syöttää ilmaa kehämäiseen polttokammioon (5), johon ruiskutetaan kymmenistä suuttimista kerosiinia. Syntynyt kuuma palamisilma kulkee korkeapaineturbiiniin (6), joka pyörittää korkeapaineahtinta (4). Seuraavana palamisilma menee matalapaineturbiiniin (7), joka pyörittää itse puhallinta (1). Käynnistyksessä palamisilma polttokammiossa sytytetään kipinöillä, tämän jälkeen palaminen jatkuu itsestään.

1970 -luvun koneissa käytettiin *suoria suihkumoottoreita* (turbojet), joissa koko työntövoima syntyi polttokammin kautta kulkeneen ilman avulla. Suorat moottorit voidaan rakentaa halkaisijaltaan hyvin pieniksi, koska niissä ei ole puhallinta. Yliäänimatkustajakoneissa (Concorde) ja sotilaskoneissa tätä tyyppiä käytetään edelleen.



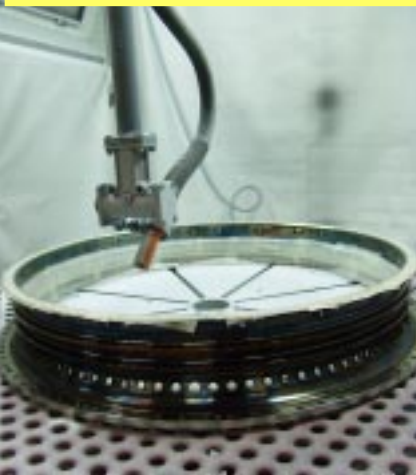
Nykyaikaisen matkustajakoneen ohivirtaussuihkumoottorin halkileikkauskuva.  
(kuva: General Electric)



Esa Pentti näyttää, missä suihkumoottorien puhaltimen titaanista valmistetuissa siivissä on pieni pinta, joka osuu yhteen viereisen siiven kanssa. Se on kovassa kulutuksessa ja säännöllinen plasmapinnoituksen kohde. Myrskyisessä säässä, tyhjäkäynnillä kentällä odottavan koneen moottoreista kuuluva kova terävä kolina johtuu siitä, että nämä pinnat hakkaavat toisiaan vasten. Kuvan Airbus 320 -koneen moottorissa on 36 siipeä.



Suihkumoottorien osien plasmapinnoitettavat pinnat ovat sekä sisä-, että ulkopuolisia. Nämä yli sadan erilaisen osan pinnat joudutaan myös esikäsittelemään raepuhaltamalla. Kuvassa alla vasemmalla on raepuhallusrobotin suutin puhalluskammiossa. Sen pyörivällä pöydällä on korkeapaineturbiinin osa, jonka otsapinnan kuluma plasmakorjataan. Plasmapinnoitusrobotti kuvassa oikealla.



### Lisää metallia plasmapinnoittamalla

“Suihkumoottorien osia uudistetaan paljon plasmapinnoittamalla. Osat ovat pääosin suihkumoottorin kuumien osien, kuten polttokammioita ja erilaisia kehiä. Monesti ne ovat pyörähdyskappaleita. Pinnoituksella palautetaan korkeassa kuumuudessa, paineessa ja virtausnopeuksissa kuluneiden kappaleiden pintaan millin kymmenesosien luokkaa olevia kerroksia. 20 000 -celsiusasteisella plasmaliekillä sulatettu jauhemetalliseos ruiskutetaan kiinni pintaan. Suuri osa kappaleista menee tämän jälkeen vielä työstöön”, Pentti esittelee.

### Raepuhaltamalla hyvä pohja pinnoitukselle

“Plasmapinnoitusta edeltää tärkeä työvaihe, jossa pinnoitettava pinta karhennetaan tasalaatuisella alumiinioksidirakeilla puhaltamalla, jotta plasmapinnoite tarttuu pintaan kunnolla”, Pentti kertoo.

Puhalluskarhennuksen tasalaatuisuuden saavuttamiseksi moottorivalmistajan vaatimuksena oli automaation käyttö tehtävään. Korjaamoteknikko **Kari Kunnas** vastaa osakorjauksiin liittyvien projektien teknisestä tuesta. Hän oli mukana automaatiohankkeessa.



Taustalla puhalluskammio, jossa on pyörivä puhalluspöytä ja puhallussuutin. Kaikki automaatio uudistettiin Bosch Rexrothin tekniikalla. Kari Kunnaksen kädessä on uusi kosketusnäytöllä varustettu Windows CE-pohjainen ohjauspaneeli, laitekaapissa ja kuvassa alla vasemmalla IntraControl L40 - ohjausyksikkö. Kuvassa oikealla puhallussuuttimen vaaka- ja pystyliikkeen, pöydän pyöryksen sekä suuttimen asennon hoitavat servo-ohjaimet.



### Uusi automaatio puhallusrobottiin

“Työssä käytetään nyt raepuhallusrobottia. Se on maahantuotu kone, jossa oli alun perin PC-pohjainen askelmoottoreilla toteutettu liikkeenohjaus. Alkuperäisessä koneessa puhallussuuttimen liikutus ei kuitenkaan toiminut kunnolla, niinpä koko sen ohjausjärjestelmä ja toimilaitteet uusittiin käyttäen Bosch Rexrothin uutta IndraMotion for Handling -järjestelmäratkaisua. Askelmoottorit vaihdettiin servokäyttöihin ja PC:n sijalle tuli logiikkaperusteinen ohjaus ja Windows CE käyttöliittymäpaneeli”, Kunnas selostaa

Bosch Rexrothin toimittamaa ratkaisua Pentti ja Kunnas pitivät hyvänä.

“Käyttöliittymä on helppo omaksua. Myös

ohjelmarunon opetus on nopeaa. Käyttäjät itse ohjelmoivat uusia kappaleita. Ohjelmoitavia osia on yli sata. Itse tekniikka on toiminut hyvin ja luotettavasti”, Pentti ja Kunnas tuumivat.

**Tero Illi** Bosch Rexrothilta kertoo, että toteutettu sovellus on myös kustannuksiltaan hyvin järkevä. “Uudella IndraMotion for Handling -automaatoratkaisulla saadaan käyttöön kattava liikkeenohjausohjelmointi helpoilla robottiohjauskomennoilla, kustannusten pysyessä silti alhaalla. Ratkaisu soveltuu erittäin hyvin lukuisiin kohteisiin, joissa varsinainen robottiohjausjärjestelmä olisi turhan raskas tai kohtuuttoman kallis kyseiseen sovellukseen. Parasta järjestelmässä on kuitenkin sen skaalautuvuus eri ohjain- ja käyttöliittymävariaatioille sekä käyttöönoton nopeus valmiin sovellus- ja käyttöliittymäohjelmiston ansiosta”, Illi toteaa.