TEKSTI ERKKI HAAPANEN

# Potkurin toiminta perustuu siiven ideaan

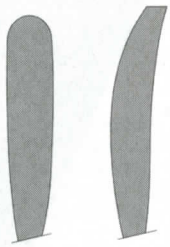
Potkuri kehittyi ruuvista. Englannin sana "airscrew" viittaa noin 200 eKr. Archimedeksen keksimään ruuviin, jota käytettiin veden pumppaamiseen.

**Leonardo da Vinci** ideoi 1400-luvulla helikopteria, jossa olisi ruuvimainen potkuri, mutta tuolloin puuttui vielä tarvittava käyttömoottori. 1700-luvun puolivälistä lähtien ruuvimaisia potkureita kehitettiin työntämään (propell) laivoja eteenpäin, mikä puolestaan selittää "propeller"-sanan synnyn. Kuumailmapallon kehitys 1700-luvun puolestavälistä alkaen antoi aihetta kehittää potkuria liikuttamaan palloa ilmassa haluttuun suuntaan, mutta vasta 1852 **Jules Henri Giffard** onnistui rakentamaan ilmalaivan, jonka kolmilapaista puupotkuria pyöritti 3 hv höyrykone.

**JÄTTÖVIRTAUS KIERTÄÄ RUNKOA POTKURIN PYÖRIMISSUUNTAAN.**

**Wrightin** veljekset oivalsivat, että potkurin toiminta perustuu siiven ideaan, sillä erolla, että potkuri kiertää ympyrää. He oivalsivat siiven kohtauskulman merkityksen nostovoiman kannalta ja sovelsivat sitä kiertämällä potkurin lapaa siten, että kohtauskulma pysyy vakiona koko lavan pituudelta. He testasivat ensin ideansa toimivuuden ja valmistivat sitten ensimmäisen nykyaikaisen puupotkurin, jonka ansiosta he suorittivat onnistuneen ensilennon Kitty Hawkissa vuonna 1903.

Ensimmäisen maailmansodan aikana lentokoneiden kehitys oli nopeaa ja jo vuonna 1921 potkurin aerodynamiikkaan ja mitoitukseen liittyvä matematiikka oli lähes nykyajassa. Ainoa mikä puuttui, oli laskentakapasiteetti ja profiileille mitatut aerodynaamiset suureet, joita laskennassa tarvitaan. Lentokoneiden yleistyminen johti potkurien voimakkaaseen kehittymiseen ja erikoistumiseen erilaisiin käyttöolosuhteisiin ja konetyyppeihin.



**Vanhan potkurin (vas.) kärjen saavuttaessa äänen nopeuden sen melutaso nousee jyrkästi. Uusitulla muotoilulla (oik.) lavan kärki voi pyöriä nopeammin ja hiljaisemmin.**

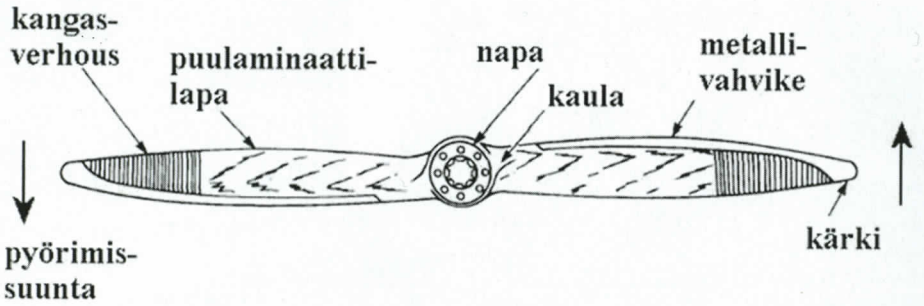
LÄHDE: RAISBERCK ENGINEERING. TECHNICAL NOTES ON THE SWEPT TURBOFAN PROPELLER.

## Miksi oikeaa jalkaa?

Potkurin tehtävänä on tuottaa eteenpäin vievä voima kiihdyttämällä sen kehän läpi virtaavan ilman nopeutta. Ennen ja jälkeen potkurin ilmavirtauksen poikkipinta-ala supistuu sitä enemmän mitä suurempi on potkurin antama nopeuslisäys. Potkurin jättövirtaus kiertää runkoa potkurin pyörimissuuntaan ja sen rata muistuttaa spiraalia, jonka nousu riippuu potkurin pyörimisnopeudesta ja kuormituksesta. Myötäpäivään pyörivän potkurin jättövirtaus painaa sivuperäsintä oikealle kääntäen koneen nokkaa vasemmalle. Lisäksi potkurin vääntömomentti kallistaa konetta vasemmalle. Työnnettäessä nokkaa alas potkurin hyrrämomenttikin kääntää nokkaa vasempaan. Suorassa lennossa nämä pyrkimykset korjataan trimmeillä, mutta esimerkiksi lentoonlähdössä tai kaasua lisättäessä tarvitaan yleensä vastajalkaa ja siivekkeitä. Ellei pilotilla ole ajoissa oikeaa refleksiä, voi käydä kuten eräässä lento-onnettomuudessa: "Tulin Piperilla ylinopeudella laskuun, kone

**Tyypillinen pienkoneen puupotkuri. Materiaalina sitkeä puulaji kuten saarni tai Suomessa kolupuu, joka on koivuvaneriviilua.**

LÄHDE: EASA PART-66 TRAINING HANDBOOK.




**RCAF C130J:n kuusilapaiset potkurit, jotka on suunniteltu toimimaan lähellä äänen nopeutta. Lavan kärjet ovat taakse päin viistettyjä, mikä nostaa kriittistä nopeutta ja vähentää potkurimelua. Moottoritehon kasvu edellyttää lisää lapoja.**

LÄHDE: RAISBERCK ENGINEERING. TECHNICAL NOTES ON THE SWEPT TURBOFAN PROPELLER.

pomppasi maakosketuksen jälkeen pariin kymmeneen metriin ja meinasi sakata. Työnsin nopeasti kaasun täysille, jolloin kone kallistui ja kääntyi voimakkaasti vasemmalle ja pysähtyi viereiseen metsään. Kone tuhoutui, mutta en loukannut itseäni."

## Uuden potkurin suunnittelu ja optimointi

Potkurit mitoitetaan ja optimoidaan tarkasti konetyyppikohtaisesti. Tällä hetkellä suuri kiinnostus on kehittää entistä hiljaisempia potkureita sekä sähkölentokoneisiin tai droneen sopivia potkureita. Potkuri tuottaa erittäin kovaa melua, kun sen kärki lähestyy äänennopeutta tai ylittää sen. Melu rajoittaa merkittävästi potkureiden käyttöä, kun tavoitellaan noin 500 km/h tai suurempia lentonopeuksia. Potkurin lavan ja kärjen muotoilulla voidaan kuitenkin alentaa melutasoa.

Kun uutta potkuria kehitetään tai valitaan olemassa olevaan koneeseen potkuria, on varmistuttava siitä, että potkuri toimii kaikissa lennonaikaisissa tehtävissä kuten lentoonlähdössä, nousukiidossa, matkalennossa, liikehdinnässä, taitolennossa, minimi- ja huippunopeudella sekä konetyypille ominaisissa erityistehtävissä. Nykyisillä suunnittelumenetelmillä voidaan kehittää profiileja eri tarkoituksiin ja laskea niiden käyttäytyminen eri lentotilanteissa. Laskelmien jälkeen rakennetaan ja testataan potkuri sekä tuulitunnelissa että käytännössä. Siten varmistetaan, että laskelmat pitivät paikkansa eikä potkurissa esiinny vaarallisia ominaistaajuuksia, jotka saattaisivat johtaa väsymiseen ja ennen aikaiseen vaurioon tai jopa itseään voimistavaan vääntövärähtelyyn eli flutteriin, joka johtaisi välittömään potkurin murtumaan ja katastrofiin. Lopuksi haetaan potkurille ilmailuviranomaisen tyyppihyväksyntä.

*Kirjoittaja on lentotekniikan diplomi-insinööri.*

**Lue lisää:**
www.aerodynamiikka.fi

TERO VALLAKSEN KOTIALBUMI

**Pohjoismaiden taitolentomestari Tero Vallas ja taitolentokone CAP-231 kolmilapaisella potkurilla.**