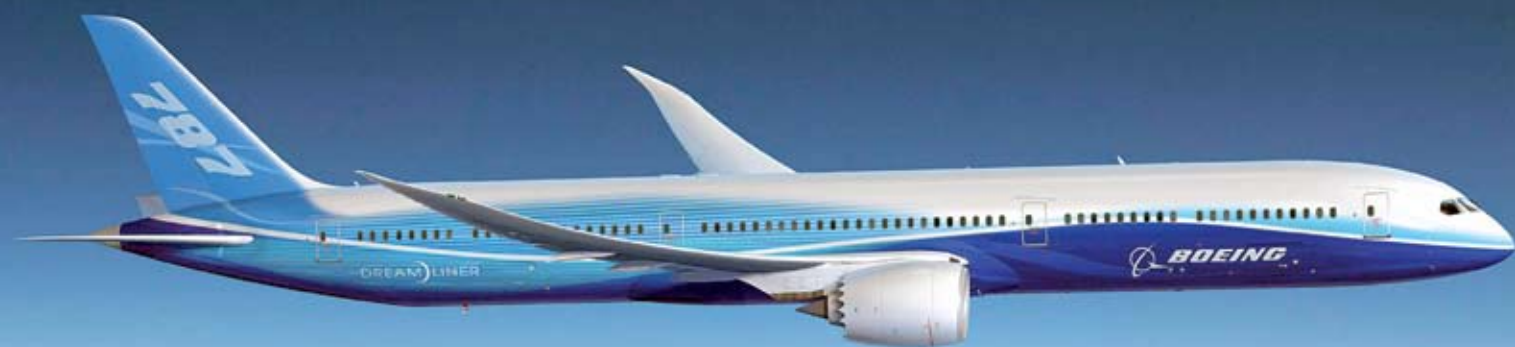


Muovikone
nousee kevyesti
pilvien päälle.



Muovit valmiina nousukiitoon

Kuvat: Boeing

■ **Muovikomposiitit tekevät lentokoneista ympäristölle aiempaa haitattomampia. Boeing esittelee joulukuussa jumbojetin, jonka polttoaineen kulutus ja päästöt ovat viidenneksen entisiä pienemmät. Koneiden huoltokustannuksia komposiitit vähentävät jopa kolmanneksen.**

Jan-Erik Johansson

Ilmailuteollisuudella on valtavat paineet pienentää hiilidioksidipäästöjään. Puh-
taampien polttoaineiden ohella keskeises-
sä osassa ovat uuden sukupolven koneet,
joiden valmistuksessa hyödynnetään edis-
tyneitä muoviratkaisuja.

Boeingin Dreamliner tekee ensilenton-
sa joulukuussa 2008. Kone on suoritusky-
kyisten muoviosien ansiosta ympäristölle
aiempia malleja haitattomampi. Suunnit-
teen puolel Dreamlinerista on komposiit-
teja eli lasi-, hiili- tai kvartsihahvisteisia
muoveja.

Kehittyneet komposiittiosat tekevät uu-
tuudesta 20 prosenttia kevyemmän kuin
samankokoinen perinteinen lentokone.

Painonvähennys pienentää polttoaineen
kulutusta ja samalla päästöjä viidennek-
sen.

Muovikomposiitteja on hyödynnet-
ty myös jo markkinoille tullessa Airbu-
sin A380-koneessa. Yhtiön mukaan A380
käyttää kevennyksen ansiosta 100 kilo-
metrillä alle kolme litraa polttoainetta
matkustajaa kohden.

Lentomukavuus paranee

Komposiittimateriaalit lisäävät myös mat-
kustajien mukavuutta. Keveydestä huoli-
matta ne ovat hyvin vahvoja ja paineen-

kestäviä, joten matkustamossa on suurem-
pi ilmanpaine.

Kymmenen kilometrin lentokorkeudes-
sa Dreamlinerin ilmanpaine on kuin 2 000
metrin korkeudessa. Perinteisten konei-
den matkustamoilmanpaine vastaa 2 700
metrin korkeutta. Parannus muun muassa
loiventaa aikaerorasitusta. Kun ilmassa on
enemmän happea, unettomuus vähenee.

Muovikomposiitit kestävät myös kor-
roosiota erinomaisesti, joten matkusta-
mon ilmankosteuttakin voidaan lisätä. Se
puolestaan ehkäisee silmien kuivumista ja
nestehukkaa.

Boeing ennustaa, että komposiittien kor-
roosionkestävyys ja vähäinen kuluminen
vähentävät koneiden huoltokustannuksia
30 prosenttia. Kun perinteisissä koneis-
sa on tehtävä perinpohjainen huolto 6–8
vuoden välein, komposiittimateriaaleis-
ta koostetun Dreamlinerin ensimmäinen
iso huolto on kaavailtu vasta 12 vuoden
päähän.

Kirjoittaja on kemianinsinööri ja
PlasticsEuropen pr-johtaja.
www.plasticseurope.org

Kestävät komposiitit

Komposiittimateriaaleissa matriisi eli sidos pitää yhdessä vahvemmasta materiaalista valmistettuja kuitusäikeitä. Sitomisen lisäksi muovinen matriisi suojaa kuituja paineen aiheuttamilta vahingoilta. Matriisiovelluksissa suosittuja ovat vahvat lämpökovettuvat muovit.

Markkinoita hallitsee edullisen hintansa ansiosta epoksihartsi, mutta mahdollisia ovat myös syanaattiesteri- ja polyimidihartsit, toisinaan jopa lämpömuovautuvat muovit.

Erikoistapauksissa matriisissa voidaan käyttää keraamisia materiaaleja, hiiltä ja metalleja. Keraamisia materiaaleja käytetään esimerkiksi avaruusrakettien komponenteissa, joille on olennaista lämmönkestävyys.

Lentokoneiden vahvisteet koostuvat pääasiassa hiilikuiduista, jotka tekevät materiaaleista erittäin vahvoja. Airbusin A380:ssa on myös kvartsi- ja lasivahvisteita. Airbusin viimeisimmän konemallin matkustamot tehdään lasikuiduista ja fenolihartseista. Materiaalin valinnassa on ajateltu savuntorjuntaa mahdollisen tulipalon varalta.

A380:n nokka on tehty kvartsikuidulla vahvistetuista muoveista. Toinen erinomainen vahvistusmateriaali on aramidi, jota käytetään myös luodinkestävissä liiveissä ja kypäroissä.

Lentokoneiden lattiapäällysteet vahvistetaan aramidilla, jotta ne kestäisivät terävien korkojen kovaa painetta neliösenttiä kohden. Lisävahvistusta saadaan muovista, alumiinista tai paperista valmistetuista kennoista eli kerroskomposiiteista, jotka kestävät erityisen hyvin taivutusta.

Ominaisuudet käyttötarkoituksen mukaan

Valitsemalla huolellisesti vahviste- ja matriisimateriaalit insinöörit kykenevät tuottamaan ominaisuuksia, jotka vastaavat tarkasti tiettyä rakennetta tai käyttötarkoitusta. Kuitujen suunta esimerkiksi määrää, minkäsuuntaista painetta materiaali kestää. Lentokoneen siivet saadaan näin joustamaan vain haluttuun suuntaan.

Komposiitit ovat muuttaneet myös koneiden tuotantotapaa. Ennen niiden käyttöönottoa koneet rakennettiin valmistamalla ensin teräsvahvistainen alumiinirunko. Sivu- ja yläkaaret niitattiin yhteen, minkä jälkeen päälle kiinnitettiin niiteillä isoja, ohuita alumiinilevyjä.

Sitten porattiin osiin reiät käsin tai la-

serohjatuilla koneilla, minkä jälkeen kuhunkin reikään asetettiin kiinnike osien yhdistämiseksi. Kun runko-osat olivat valmiita, ne kiinnitettiin yhteen ja täytettiin eristeillä, johdoilla ja ikkunoilla.

Komposiitit merkitsivät hyvästejä meluisalle ja likaiselle tuotannolle.

”Osat tehdään puhdistilassa, jonka lämpötila ja ilmankosteus ovat vakaat, mikä estää pölyn pääsyn lopputuotteeseen”, kertoo insinööri **Hannes Schlosser** itävaltalaisesta FACC:stä, joka valmistaa komposiittirakenteita sekä Boeingille että Airbusille. Valmiit osat tarkastetaan tasaisen laadun varmistamiseksi ultraäänellä.

Komposiitti tehdään asettamalla liotettuja kuitukerroksia muotteihin eli valusydämiin. Niihin sumutetaan tai pumpataan sidosainetta, yleensä nestemäistä hartsia, ennen kuin kappaleet asetetaan tyhjiösäiliöihin. Muottia kuumennetaan 1,5–2,5 tuntia 120–180 celsiusasteessa isoissa uuneissa, autoklaaveissa, joissa on 2–10 baarin paine.

Prosessin aikana hartsit kovettuvat muotoon, jota ei voi sulattaa uudelleen, ja paine takaa, että kuitut jäävät tiiviisti niiden sisään. Kovettumisprosessissa hartsi muuttuu muoviksi molekyylietujen yhdistyessä jäykäksi, kolmiulotteiseksi rakenteeksi.

Sidosteprosessissa muodostuu molekyyli, jonka molekyylipaino on suurempi, ja materiaali, jonka sulamispiste on korkeampi. Tärkeimpiä katalysaattoreita epoksihartsien kovettumisprosessissa ovat aromaattiset amiinit.

Muovit ovat korvanneet myös eräät koneen osat yhteen liittävästä niiteistä. Paksumpien, paksureunaisten kerroskom-

posiittien välisen tilan täyttämiseen käytetään tiheysiltään erilaisia epoksihartseja, jotka kovetetaan vakaan liitoksen aikaansaamiseksi.

Tulevaisuus on muovikoneiden

Komposiitit alkoivat ilmestyä lentokoneisiin 1970-luvulla, ja niiden osuus koneiden rakenteissa on sen jälkeen kasvanut tasaisesti. Kun Airbusin vuoden 1972 koneissa komposiitteja oli 4,5 prosenttia, vuonna 1991 osuus oli 10 ja vuonna 2005 jo 25.

Seuraavassa mallissaan, joka on tulosmarkkinoille vuonna 2012, yhtiö arvioi käyttävänsä 53 prosenttia komposiittimateriaaleja.

Airbusin A380:ä on tilattu lähes 200 ja Boeingin Dreamlineria yli 700 kappaletta, mutta muovikoneiden aikakaudelle tämä on vasta alkua.



Helicombin työntekijät Soua Yang (vas.) ja Erika Ceniceros lisäävät esi-impregnaattia komposiittimuottiin, jossa syntyy kiinteitä siiven etureunan kermejä Boeing C-17:ään.