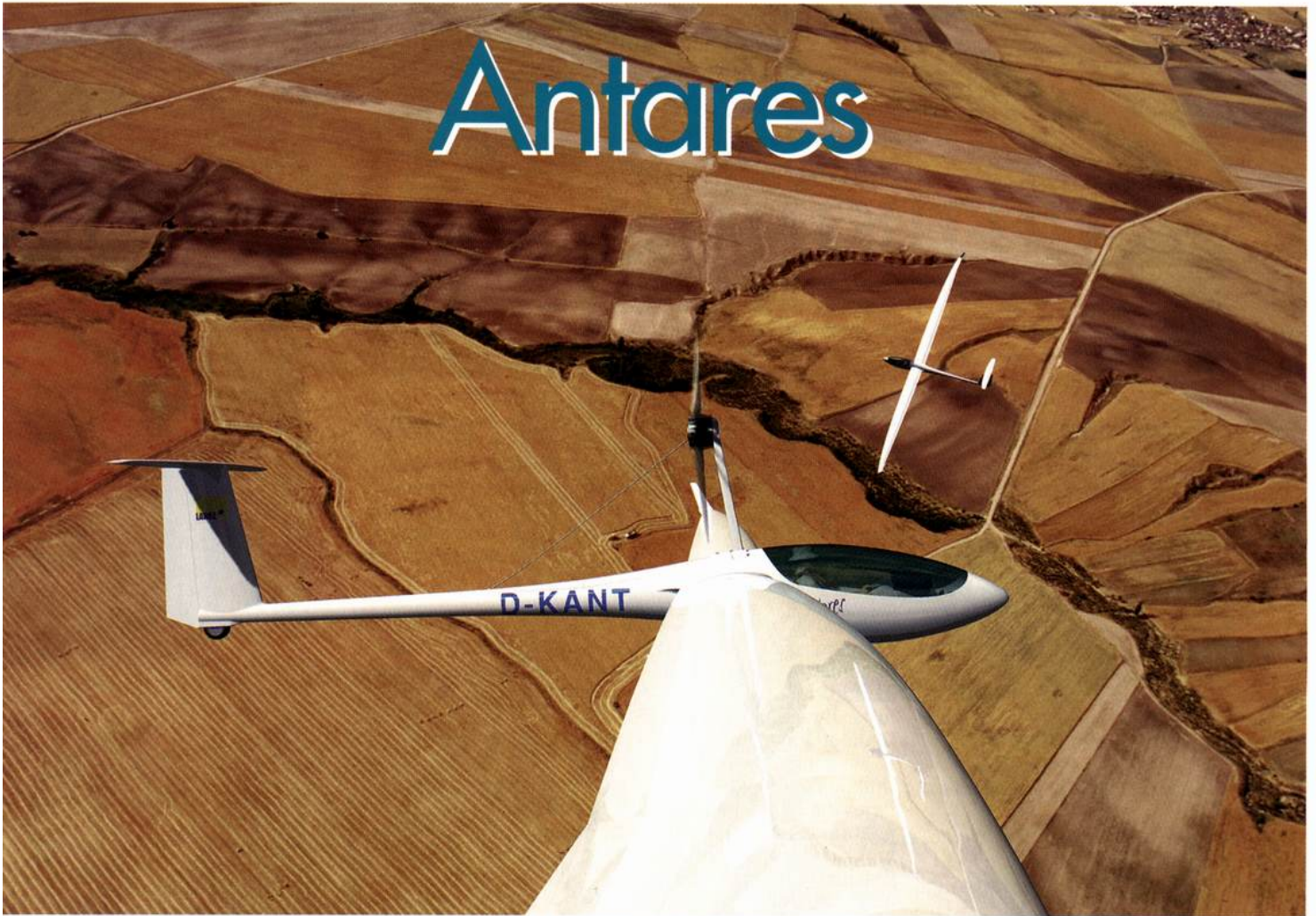


Uusi sähkökäyttöinen superorkidea!

Antares



Kaksi Antaresta termiikkikaarossa tietokoneella tehdyssä kuvassa. Toisella on sähkömoottori noustettu näkyviin. Varakkaalle ja suorituskykyistä konetta etsivälle harrastajalle sähkömopu tarjoaa uusia ulottuuksia purjelentoon. Joka kerhon koneeksi Antareksesta ei ole jo hintansakin vuoksi.

Sähkö ilma-aluksen voimanlähteenä alkaa olla realismia - ainakin jos kyse on purjekoneesta. Saksalainen Antares on varustettu sisäänkelattavalla moottorilla, jonka akustossa riittää puhtia 1800 metrin nousuun. Nyt puhutaan jo määristä, joista on iloa käytännön toiminnassa. Aiheeseen perehtynyt Jukka Tervämäki kertoo, millainen kone tämä Antares oikein on.

Kirjoittaessani Silent-sähkömopusta pari vuotta sitten, arvelin käyttökelpoisen sähkömopun olevan tulevaisuuden asia. Tulevaisuus tuli nopeammin kuin uskoinkaan. Silent oli suunniteltu ultraksi, eikä sen akkukapasitetti riittänyt kuin yhteen 600 metrin nousuun. Räpsähtämisen varalle ei jäänyt mitään. Nyt kuitenkin on Lange Flugzeugbau Zweibrückenissä pistänyt kolme kertaa paremmaksi ja sähkömopusta on tulossa käyttökelpoinen laite.

Antares pystyy latauksella nousemaan 1800 m:n korkeuteen eli kolme 600 m:n nousua tai kaksi 900 m:n nousua. Sähköä riittää jopa rullaukseen. Antares on muutenkin suunniteltu huippukoneeksi, todelliseksi superorkideaksi, liitosuhde on 56!

Kovaa kiinnostusta Saksassa

Kun on käynyt muutaman kerran Friedrichshafenin AERO-tapahutuksessa tai muilla saksalaisilla ilmailumessuilla, ei voi olla huomaamatta saksalaisten kovaa kiinnostusta sähkökäyttöiseen moot-

toripurjekoneeseen. Erilaisia tutkimus- ja kehitysprojekteja on yleensä näytteillä useita samanaikaisesti.

Näytteillä olevien lisäksi on näköjään vielä salaisiakin projekteja, jotka sitten yllättäen putkattavat esiin kun ovat saavuttaneet tietyn kypsyyssasteen. Antares on tällainen projekti.

Dipl.ing Axel Lange aloitti sen kehitystyön jo 1996 mutta projekti tehtiin julkiseksi vasta vuosituhannen vaihteessa, kun DG-800:n pohjalle rakennettu koe-

alusta LF-20E antoi odotusten mukaiset koelentotulokset.

Huipputiimi kehitystyön takana.

Saksalaiset korkeakoulujen Akafliegit ovat tunnetusti olleet purjelentokoneiden kehitystyön kärjessä. Antares-projekti liikkuu samoilla linjoilla, dipl.ing Axel Lange etsi sen kehitystyön jokaiseen osa-alueeseen huippuasiantuntijat joko yliopistomaailmasta tai teollisuudesta:



Turvallisuus korostuu entistä enemmän purjekonesuunnittelussakin. Antareksen ohjaamo on varustettu turvakehikolla.

Olen JT-6 mopullani lentänyt 25 vuotta ja 1621 tuntia, mutta moottori on käynyt vain 90,4 tuntia. Samanlaisella käyttöprofiililla Antareksen 1000 tunnin perushuoltojakson saavuttaminen veisi siis noin 250 vuotta!

- Aerodynaamiikka ja tuulitunneliko-
keet: Prof. L.M. Boermans, Delftin
Teknillinen Korkeakoulu, Hollanti

- Lentomekaniikka: Prof. Wolf
Röger, Aachenin lentotekninen
korkeakoulu

- Sähkömoottori ja tehonsäätöelekt-
roniikka: Prof. R. Jeanneret ja prof.
A Vezzini, HTL Biel, Sveitsi

- Potkuri: Dr. Martin Hepperle,
Braunschweig

- Komposiittirakenteet ja turvalli-
suus: Joachim Lill

- Akut: valmistaja Japanista (?)

Uusi voimalaite

HTL Biel Sveitsissä on tunnettu korkean hyötysuhteen sähkömoottoreistaan kulkuneuvokäyttöön. Antarekseen kehitettiin uusi harjaton 42 kW moottori, jonka ulkokuori pyörii ja akseli on kiinteä. Moottori antaa Antarekselle yli 4,4 m/s alustavan nousunopeuden ja keskimäärin 2,9 m/s 1800 m:n nousussa.

Moottori ei ole kovin pieni murikka, halkaisija on 200 mm ja se painaa 28,5 kg eli saman verran kuin 30 hv kaksitahtinen polttomoottori. Moottori on ilmeisesti hyvin moninapainen, sillä sen max pyörimisnopeus on vain 1700 k/min, näin välttyään alennusvaihteelta. Moottorin hyötysuhteessa on päästy aina 90 prosenttiin, kun hyvän teollisuussähkömoottorin tavanomainen hyötysuhde on noin 70%.

Lange mainostaa, että moottorin perushuoltojakso on 1000 h. Onko tällä käytännössä sitten mitään merkitystä, on eri juttu.

Olen omalla JT-6 mopullani lentänyt 25 vuotta ja 1621 tuntia, mutta moottori on käynyt vain 90,4 h, joka sisältää rullauksen ja startit. Samanlaisella käyttöprofiililla 1000 h perushuoltojakson saavuttaminen veisi siis noin 250 vuotta!

Pieni kierrosluku mahdollistaa suuren potkurin, halkaisija on 2 m, ja hyvän hyötysuhteen, joksi on laskettu 83%.

Potkurin lavat on nivelletty suoraan sähkömoottorin pyöri-
vään roottoriin. Kiinteään akseliin liittyy edessä kaksi kevlar-
profiiloitua alumiiniputkea, jotka toimivat tukivarsina ja "paksu-
virtakiskoina". Akselin takaosaan

on kiinnitetty tavanomainen rajoitinvaijeri.

Moottori on ilmajäähdytetty sekä ulkokuorensa että ontton akselinsa kautta eikä lämpene startissa yli 80°C, maksimi on 150°C.

Moottori-potkuriyhdistelmän melutaso jää todella pieneksi, vain 40 dB, jota ei käytännössä kuule kun kone on etääntynyt muutaman sadan metrin päähän.

Akut siivessä

Antareksen akkupaketti muodostuu 18 savumaisesta kennosta. Kummankin siiven etureunassa on 9 kappaleen pötkö, jonka yhteispituus on 4,5 m. Akut ovat nikkelimetallihydridiakkuja eli NiMH-akkuja, jotka ovat NiCd-akkuja ympäristöystävällisempiä. Niiden tehotehoisuus on myös NiCd-akkuja parempi, mutta japanilainen valmistaja on toistaiseksi kieltänyt kertomasta niiden yhteispainoa.

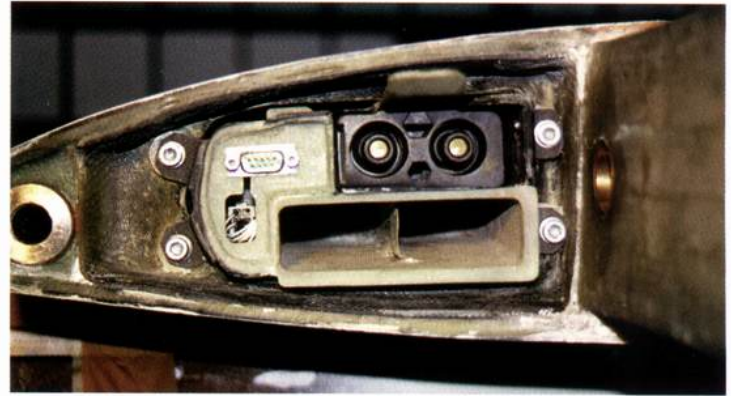
Varmaa kuitenkin on, että siiven tyvi painaa syntisesti konetta koottaessa ja purettaessa, joten Lange on joutunut kehittämään tähän apuvälineitä. Siipiin saa kyllä vielä vesiballastiakin 100 kg, mutta senhän voi onneksi valuttaa ennen laskua taivaan tuuliin.

Antareksen akkupaketin jännite on 200 V ja kapasiteetti 31 AH. Sähköenergian nykyhinnoilla ei Antareksen startti montaa markkaa maksa. Akkujen lataaminen vaatii 8 kWh energian. Hitaasti purettaessa saadaan 6.5 kWh, mutta nopeasti purettaessa vain 5,4 kWh, minkä saa integroimalla graafisesti Langen julkaisema tehokäyry.

Antareksen voimalaitehäviöt on erittäin hyvin minimoitu. 510 kg massan nostaminen 1800 m:n korkeuteen ja kiihdytys 100 km/h vaatii ilman häviöitä 2.5 kWh eli 47% purkuenergiasta.

Koneen+potkuripylylonin vastuksen voittamiseen menee arviolta 11% ja potkurihäviöihin 20%. Moottorin, akkujen ja tehoelektronikan lämpöhäviöihin jää näin yhteensä alle 20%.

Täydellä moottoritiholla purkuvirta on aluksi 200 A, mutta putoaa 10 min aikana noin puoleen. Akut antavat normaalite-



Siiven tyvi. Kuvissa näkyy akun liitin sekä akkujen jäähdytyskanavat.

honsa vasta yli 30°C lämpöisinä, joten tähän on kehitetty lämmitysjärjestelmä. Toisaalta nopea purku kovilla virroilla kuumentaa akkuja, johon taas tarvitaan jäähdytystä. Tämä on ratkaistu nerokkaasti ottamalla ohjaamosta kahta putkea pitkin jäähdytysilmaa, joka päästetään pois siiven alapinnalla olevan pienen aukon kautta startin aikana. Luukku sulkee aukon automaattisesti kun moottorikäyttö on ohi.

Akkujen vaihtoväli

Moottorin perushuoltojaksoa tärkeämpi seikka käyttäjän kannalta on akkujen kestävyys, lähinnä montako latauskertaa ne kestävät menettämättä liikaa tehostaan. Japanilainen valmistaja lupaa akuille 500 latauskerran kestävyuden, joka vastaa siis 1000

nousua 900 m:n korkeuteen tai 1500 nousua 600 m:n korkeuteen.

Jos jälleen katson oman mopuni käyttöprofiilia, voin todeta tehneeni 500 starttia 25 vuoden aikana. On sen takia luultavaa, että käyttäjä vaihtaa akkupaketin jo paljon ennen 500 latauksen täyttymistä sen teknologisen vanhenemisen takia. Luulisi, että noin viiden vuoden välein uusien akkumallien kapasiteetti nousee 10-20% ellei enemmänkin?

Uuden akkupaketin hinnaksi Lange arvioi DEM 20 000, mutta sen vaihtaminen ei ole ihan yksinkertainen juttu. Se on tehtävä tehtaalla Saksassa tai valtuutetun huoltopisteen toimesta.

Koekoneessa akkupaketin lataus kestää 8 h, mutta suunnitellulla on uusi pikalaturi. Laturi on mahdollista saada esim kuljetus-

ANTARES



◀ LF 20E ilmassa sähkömoottorinsa voimalla. Kameran sulkimen liike saa potkurin näyttämään käyrältä.

kurin käyttöasentoon. Samalla luukut sulkeutuvat.

Työntämällä vipua eteenpäin moottori alkaa pyöriä, ensin 200 k/min tyhjäkäyntiä ja siitä eteenpäin täydelle teholle asti. Vetämällä vipua taaksepäin päästään yhtä yksinkertaisesti purjelentoon. On huomattava että potkurin pysäytys pystyasentoon on sekin täysin automatisoitu eikä vaadi ohjaajalta erikoistoimenpiteitä. (Tämä on omassa JT-6 mopussani erikoista tarkkuutta vaativa homma, kun potkurijarrukaan ei ole).

Sähköhydraulinen koneisto saa virtansa eri akusta kuin potkurimoottori, joten kaikki laitteet toimivat vaikka ajaisi startissa siipiä tyhjiksi. Tämä on tarpeen, kun laskutelinekin toimii sähköhydraulisesti. Sille on tosin varajärjestelmänkin, joka toimii 0,75 sekunnissa.

Moottorin ja akun toiminta-arvot ovat ohjaamossa nähtävissä 80 mm LCD-näytössä.

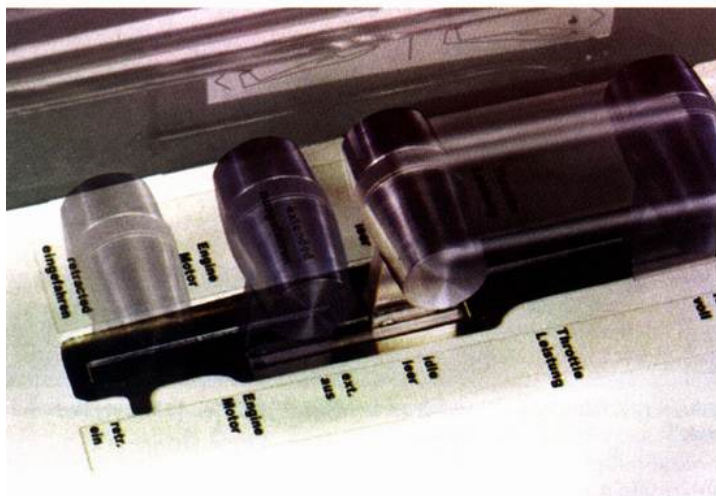
Aerodynamiikka.

Antareksen voimalaiteratkaisuja siis kokeillaan DG-800-mopusta muunnellulla LF 20E -koealustalla, jonka jänneväli on pidennetty 20 metriseksi sähköjärjestelmän vaatimien muutosten lisäksi. Lopullinen kone ei kuitenkaan ole minkään entisen koneen uusio-käyttösovellus, vaan kokonaan uusi ja alusta asti sähkömopuksi suunniteltu.

Siiven muodon suunnittelijat sanovat tehneensä "superelliptiseksi". Se koostuu yhdeksästä erilaisesta profiilista, joista jokainen on kehitetty nimenomaan Antares-projektia varten. Siipi pysyy laminaarisena 110 kts (noin 200 kmh) nopeuteen asti ja siiven on suunniteltu myös wingletit.

Kokonaisuuden suunnittelijat väittävät saavuttavan optimaalisen alhaisen indusoidun vastuksen. Liitoluvuksi on 20 m versiolle (sivusuhte 31.7) laskettu 56 ja 18 m:n versiolla 52.

Antareksessa on koko siiven



◀ Kaikki moottorin toiminnot tapahtuvat yhdellä vivulla, niin sisään/uloskelaus kuin tehonsäätökin.

putkeen liitettynä tai myös koneen kiinteänä varusteena. Jälkimmäinen mahdollistaa purjelentomatkailem eli "luftwandlung", kuten saksalaiset sanovat. Olettaen tietenkin, että kaikilta etappikentiltä löytyy 220V latauspistoke.

Tehoelektroniikka

42 kW:n moottori vaatii tarkan ohjauksen jo turvallisuussyistä, jotta moottorin ja akkujen raja-arvoja ei ylitetä. Akkuja mm ei saa purkaa aivan tyhjiksi. Tärkeää on myös käytön yksinkertaisuus. Antareksen tehoelektroniikka ei näistä syistä olekaan ihan kännykän kokoinen pieni musta laatikko, vaan painaa jo yksinään 7 kg. Tämän lisäksi moottorin virtakaapelit painavat 5 kg.

Käytön yksinkertaisuuteen on päästy automatisoimalla koko moottorikäyttö yhteen ainoaan vipuun. Työntämällä vipu ensimmäiseen pykälään, sähköhydraulinen koneisto avaa moottorin luukut ja nostaa moottorin ja pot-

◀ Moottorin liikuttelua varten on oma akku. Näin välitetään tilanne, jossa voimalaite jäisi ylös sähköä loputtua.



Siiven muodon suunnittelijat sanovat tehneensä "superelliptiseksi". Se koostuu yhdeksästä erilaisesta profiilista, joista jokainen on kehitetty nimenomaan Antares-projektia varten.



mittaiset flaperonit, joiden suunnittelijat väittävät antavan koneelle samanlaisen ketteryuden, johon on totuttu 15 m purjekooneissa.

molemmat ilmeisesti peräisin AirbusIndustrielta. Tehoelektronikalle on tehty erityiset crash-testit.

Turvallisuus tavoitteena

Erikoista huomiota Antareksen suunnittelussa on kiinnitetty myös turvallisuuteen. Ohjaamoon on tuotu formula-1 -ajattelua laittamalla pilotti melkoisen rysäyksen kestävä turvakehikon sisään. Laskuteline on jousitettu, jotta estettäisiin pilotin selkärankavauriot kovassa laskussa. Tälle annan arvoa, koska oman koneeni jousittamaton teline on tosi paha rullattaessa kuoppaisella alustalla.

Koska sähköjärjestelmässä kulkee kovia virtoja ja jännitteitä, on kaapelit päällystetty useampikermaisella kevlar-sukalla ja liittimet ovat umpinaisia turvaliittimiä,

Koska niitä saa?

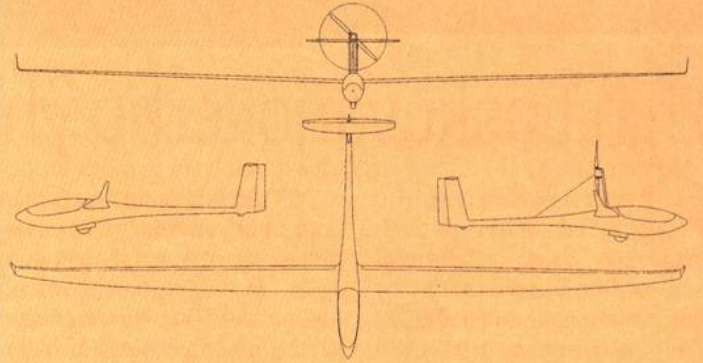
Tätä kirjoitettaessa Antareksen valmistukseen tarkoitetut muotit lienevät jo Zweibrückenissä valmiina. Valmistuksen pitäisi alkaa 2001 ja vuositoimitusten tahdiksi on laskettu 40 konetta. Hinnan sanotaan olevan noin 10 000 DEM kalliimpi kuin vastaava 2-tahtimopu.

Lange Flugzeugbauilla näyttää olevan varmaa taloudellista pohjaa takanaan. Mutta kävi Antares-projektille kuinka tahansa, se osoittaa jo nyt teknisesti mopujen tulevaisuuden suunnan. Sähkömopu nousee 2-tahtiparistimen rinnalle ja jossakin vaiheessa menee varmasti käytettävyydessä ja huollettavuudessa niiden ohi.



Moottori painaa 28,5 kg ja sen pyörivään ulkokehään on kiinnitetty potkuri.

ANTARES



Mitat, painot ja saavutusarvot

Moottori	42 kW harjaton sähkömoottori, 1500 k/min	
Potkuri	2-lapainen kiinteä	
Akut	NIMH	
Jänneväli m	18	20
Siipipinta-ala m ²	11,9	12,6
Sivusuuhde	27,2	31,7
Rungon pituus m	7,4	7,4
Korkeus m	1,45	1,45
Tyhjäpaino kg	405	410
Max Starttipaino kg	570	570
Max. siipikuormitus kg/m ²	47,9	45,2
Min. siipikuormitus kg/m ²	39,9	38,1
Max. vesiballasti kg	100	100
Max. nopeus km/h	270	270
Sakkausnopeus km/h	73	71
Max. nousunopeus m/s	4,8	4,8 (45 kg/m ²)
Nousukorkeus/lataus m	1890	1890
Pienin vajoamisnopeus m/s	0,51	0,49
Paras liitosuhde	52	56



Moottorin ja akun toimintakäyrät.