



AVARUUSLUOTAIN RYMDSONDEN

Vol 41

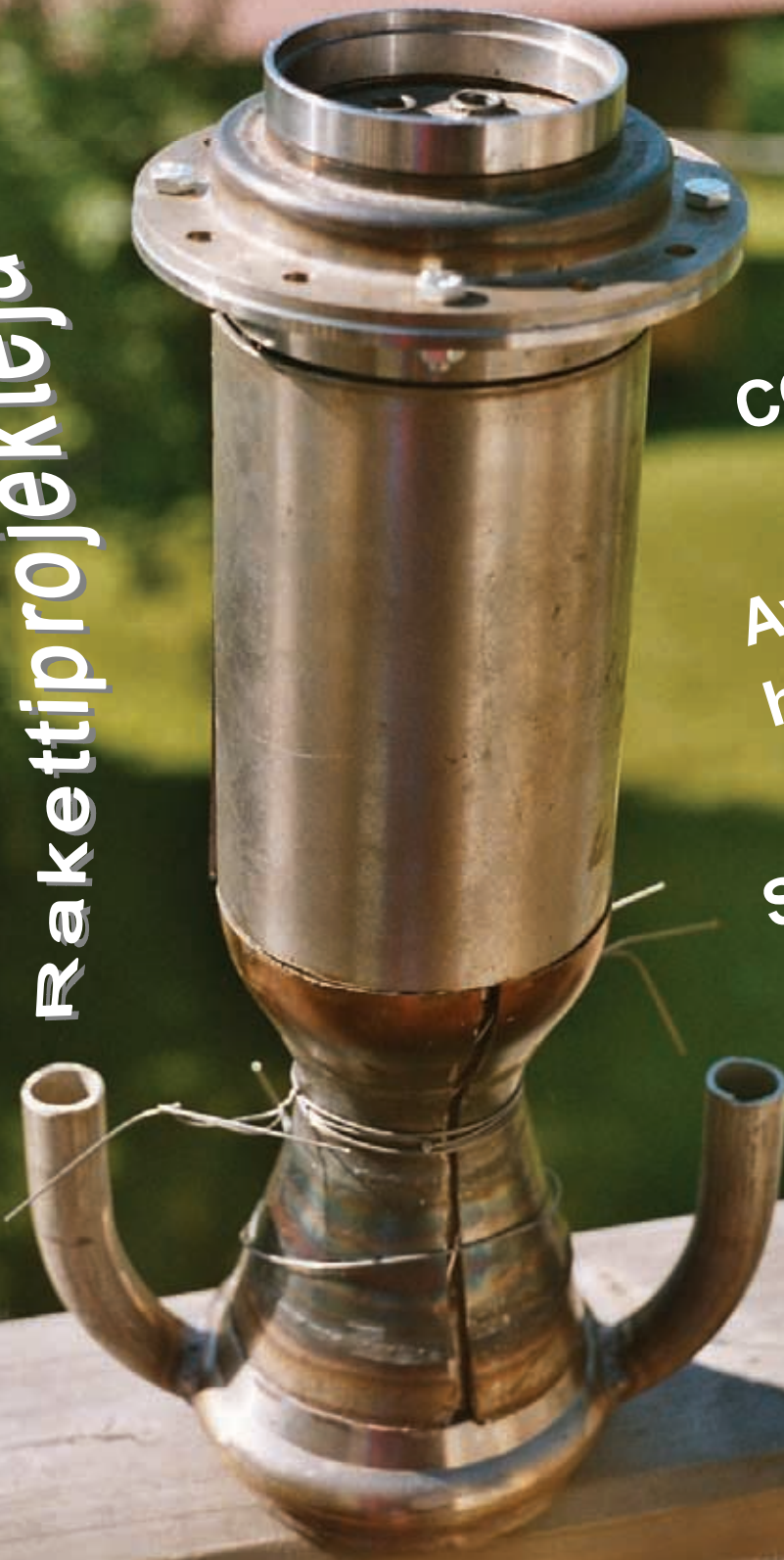
3/2006

Rakettiprojekteja

COSPAR Pekingissä

**Avaruusluotaimen
historiaa**

**Skott mot Månen
-följetong börjar**



Pääkirjoitus

Sini.Merikallio@fmi.fi

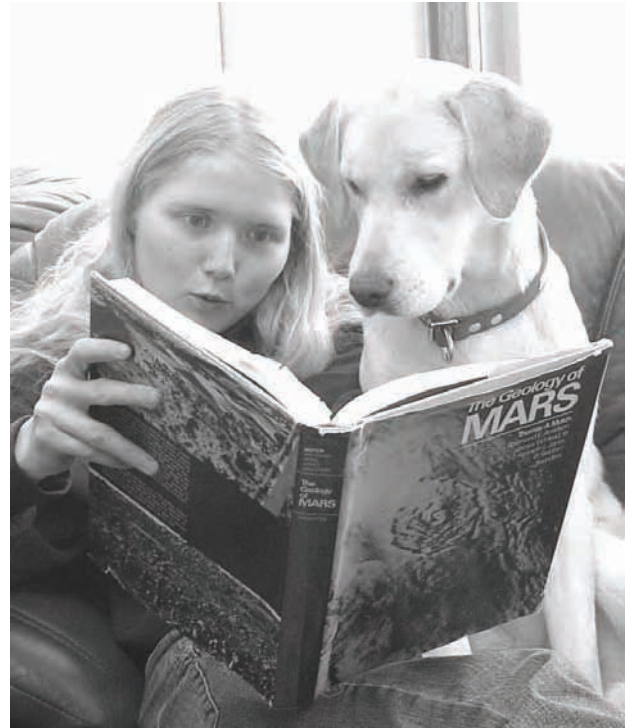
Tätä Avaruusluotainta on taitettu Pekingissä, Ateenassa, Venetsiassa ja Suomen korpimetsässä. Näistä paikoista selvimmin lehdessä näkyy Peking, jossa pidettiin kesän lopulla COSPARin yleiskokous. Kuvia kokouksesta on ripoteltu ympäri lehteä ja lisäksi Risto Pellinen kertoo kokouksen yhteydessä järjestetystä tutustumiskäynnistä Kiinan avaruustutkimuskeskukseen. Kiina vilahtaa myös Pauli Stigelin historiikkijutussa. Takasisäkannessa näemme Avaruusluotaimen toimituksen valinnan COSPARin parhaaksi posteriksi: Tumbleweed Rover.

Rakettiväkikin on lähettänyt mukavasti juttujaan, kiitos niistä! Tässä lehdessä Juhani Hemmi kertoo rohkeista rakettiprojekteistaan. Hän tuo raketin näytteille SATS:sin syyskokoukseen 26.10, mutta keskustelua voi toki jatkaa tämänkin lehden sivuilla. Seuraavssa numerossa rakettiosio kajahtaakin Tampereen suunnalta.

Tässä numerossa alkaa Juhani Westmanin toisella kotimaisella kirjoittama jatkosarja kuulentoista. Nautittavia lukuhetkiä!

Sini Merikallio

ja koulun valmistautuva Opaas Eevi



Sisältö

Puheenjohtajalta ja syyskokouskutsu	4
Seuran lehti vuosina 1966, 1976, 1986 ja 1996	5 — 7
Avaruus uutisia ja Hyppyportti	7 — 8
Matkakuvaraportti, COSPAR, Peking	9 — 10
Rakettiprojektit	11 — 13
Kurkistus Kiinan avaruustutkimuskeskukseen	14 — 15
Skott mot Månen, följetong del I	16 — 17
Svensk resumé	18
Tumbleweed rover for planetary exploration	19

Kannen kuvassa Juhani Hemmin rakentaman nesteraketin moottori

Vasemmalla tunnelmakuvia Pekingistä COSPARIN yleiskokouksen ajalta.
Kuvat ©Sini Merikallio

Seuraavan lehden **aineistopäivä** on jo **15.11**. Joulunumeroon suunnitellaan CD-extraa joten myös mallinnus, softa, filmi yms. bittimateriaali on tervetullutta! Lähetä materiaali osoitteeseen: smerikal@gmail.com

Suomen avaruustutkimusseura ry – Sällskapet för astronautisk forskning i Finland rf on 1959 perustettu yhdistys, jonka tarkoituksena on harjoittaa avaruusalan kokeilu-, harrastus-, tutkimus- ja tiedotustoimintaa sekä toimia avaruustutkimuksesta kiinnostuneiden henkilöiden yhdysseutenä. Seura on Suomen äänivaltainen edustaja Kansainvälisessä astronautiikkaliitossa (IAF; International Astronautical Federation). Suomen avaruustutkimusseura julkaisee *Avaruusluotain*-lehteä ja ylläpitää kirjastoa, josta voi lainata alan kirjallisuutta, kuva- ja videomateriaalia. Seura järjestää avaruusaiheisia näyttelyitä ja tapahtumia sekä ylläpitää aihepiiriin liittyvää harrastustoimintaa. Työ- ja kerhotila on osoitteessa Kauppalantie 6-8, 00320 HELSINKI (puh/vastaaja 09-5874433). Vuoden 2006 jäsenmaksut ovat:

Varsinaiset jäsenet 17 EUR, Juniorijäsenet (alle 15 v.) 6 EUR, Nuoriso-/ opiskelijajäsenet 8 EUR, Järjestö-/Yritysjäsenet 170 EUR Näihin jäsenmaksuihin sisältyy *Avaruusluotain*-lehti.

Päätoimittaja: Sini Merikallio – **Toimituksen osoite:** C/o Ilmatieteen laitos / AVA, PL 503, 00101 HELSINKI – **Puhelin:** (09) 19294694

Telekopio: (09) 19294603 – **Sähköposti:** Avaruusluotain@sats-saff.fi

ISSN: 0356-021X – **Ilmestymistajuus:** neljä kertaa vuodessa – **Vuosikerran tilaushinta:** 22 € – **Ilmoitushinnat:** tiedustele päätoimittajalta.

Julkaisija: Suomen avaruustutkimusseura – Sällskapet för astronautisk forskning i Finland – Finnish Astronautical Society, PL 507, 00101 HELSINKI. Kauppalantie 6-8, 00320 HELSINKI, (09) 5874433, <http://www.sats-saff.fi/>. **Pankkiyhteys:** Nordea 218518-129232

Nesterakettiprojekti

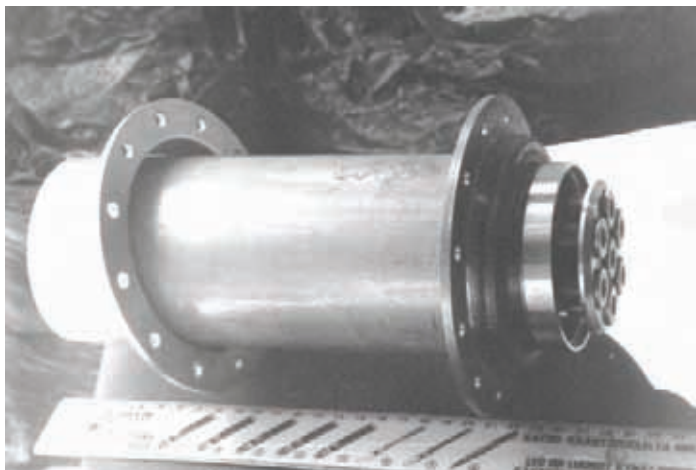
Noin nelisen vuotta sitten alkoi minulla ajatus itää nesteraketin teosta. Olin 60-luvulla ja 70-luvulla kokeillut nesterakettimoottoreita, jossa hapettajana oli nestehappi ja polttoaineena valopetrooli. Nämä kokeet onnistuivat vähän niin ja näin. 60-luvulla tehty toimi muutaman sekunnin suhteellisen Tyydyttävästi, mutta 70-luvulla tehty koe suurimmaksi osaksi epäonnistui. Näissä ajoaineiden syöttö tapahtui painekaasun (ponnekaasun) avulla ja 70-luvun kokeessa käytin painekaasuna argonia. Näin jälkepäin tiedän, että kun paineenalaista argonia, typpeä tai ilmaa johdetaan nestehappisäiliöön, niin ne nesteytyvät lähes kokonaan hapen joukkoon, eikä vaadittavaa painetta happisäiliöön synny. Niinpä ainoa mahdollinen painekaasu nestehapen kyseessä ollessa on helium.

Löytöjä metalliromukaupasta

Muutama vuosi sitten kävin metalliromukaupassa Lahdessa ja sieltä löytyi saumatonta 2 mm:n paksuista ruostumatonta halkaisijaltaan vähän alle 170 mm teräsputkea. Siitähän minä innostuin ja niinpä ostin muutaman metrin tätä putkea, eikä se maksanut maltaita. Kun vielä vesijohtoliikkeestä löytyi sopivat samaa metallia olevat päädyt, niin mikäpä siinä. Tuumasta toimeen. Olen jo kauan tutkinut ja lukenut George P. Suttonin Rocket Propulsion Elements- kirjaa, joka mielestäni on yksi parhaista tämän alan kirjoista. Tämän kirjan ohjeiden mukaan suunnittelin moottorin ja ajoainetankkien sisuskalut ja rupesin teettämään moottorin osia ja ajoainesäiliöiden varusteita Päijät-Hämeen Amma-

tillisessa kurssikeskuksessa Lahdessa. Myös eräässä Hollolalaisessa konepajassa teetätin raketin osia. Rakettimoottorin ja ajoainesäiliöiden ominaisuuksia ym. tietoja on lueteltu seuraavalla sivulla. Moottorin suoritusarvoja taas on kerrottu alla olevassa infoboksissa.

Injektorissa polttoaine suihkuu niin, että yhteen happisuihkuun osuu kaksi tai kolme polttoainesuihkuu. Happi suihkuu seitsemästä reiästä. Polttoainesuihkut kohtaavat happisuihkun 30 asteen kulmassa. Injektorin sivulla on, kuten edellä todettiin 12 kpl. Pieniä reikiä, joista polttoaine suihkuu polttokammion seinämille. Injektori on tällä hetkellä kesken-eräinen



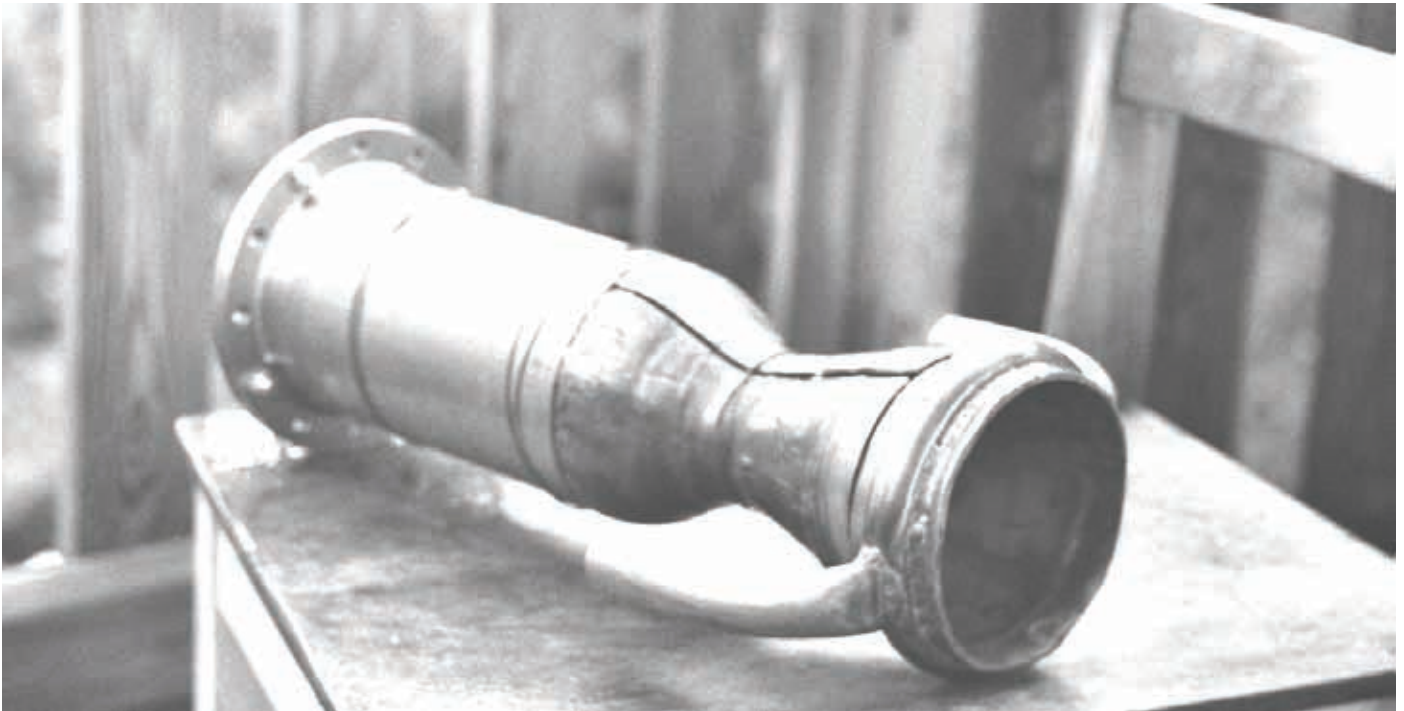
Moottorin suoritusarvot:

Teoreettiset:

Työntövoima merenpinnan tasolla	$F = 3574 \text{ N} = 364,35 \text{ kp}$
Ominaisimpulssi merenpinnan tasolla	$I = 246,2 \text{ s}$
Työntövoima ilmattomassa avaruudessa eli tyhjiössä	$F = 4328,20 \text{ N} = 441,20 \text{ kp}$
Ominaisimpulssi tyhjiössä	$I = 298,1 \text{ s}$
Palokaasujen teoreettinen purkautumisnopeus	$c = 2669,8 \text{ m/s}$

Todelliset suoritusarvot Suttonin mukaan:

Työntövoima merenpinnan tasolla	$F = 3574,28 \text{ N} = 364,35 \text{ kp}$
Ominaisimpulssi merenpinnan tasolla	$I = 223,8 \text{ s}$
Työntövoima tyhjiössä	$F = 4328,2 \text{ N} = 441,2 \text{ kp}$
Ominaisimpulssi tyhjiössä	$I = 271,0 \text{ s}$
Paloaika	$t = 30,1324 \text{ s}$



Rakettimoottori TRE-I:n (Test Rocket Engine-I) toimintaparametreja:

Hapettaja: Nestemäinen happi

Polttoaine: Valopetrooli, johon on sekoitettu n. 5% silikoniöljyä = RP (yleinen raketeissa käytettävä seos)

Seossuhde = hapettajan massavirta/polttoaineen massavirta = 2,266

Palokaasujen laskettu lämpötila juuri ennen suutinta = 29,30 MJ/kmol = n. 3250 °C

Palokaasujen massavirta = 1,48 kg/s

Polttokammion läpimitta = 85 mm

Polttokammion pituus = 200 mm

Suuttimen kurkun läpimitta = 40,756 mm

Suuttimen ulostuloaukon läpimitta = 97,986 mm

Paine suuttimen sisääntulossa = 20 bar

Paine suuttimen päässä = 0,5 bar

Suuttimen painesuhde = 40

Moottorin jäähdytysjärjestelmä:

Regeneratiivinen + filmijäähdytys. Regeneratiivinen jäähdytys: 12 kpl. 2 mm paksuja RST-lankoja kiertää spiraalina suutinta ja polttokammiota 45 asteen kulmassa moottorin pituusakseliin nähden. Filmijäähdytys:

Injektorissa on 12 kpl halkaisijaltaan 0,7 mm:n reikiä, joista polttoaine suihkuaa polttokammion seinämille

Polttokammion ja suuttimen materiaali on AISI 304 ja AISI 318 L ruostumaton teräs. Suuttimen materiaali on 2,75 mm:n paksuista ja polttokammion materiaali on 2,5 mm:n paksuista.

Injektorin materiaali on tavallinen seostamaton hiiliteräs.

Rakettimoottorin kokonaispaino on noin 5,5 kg.

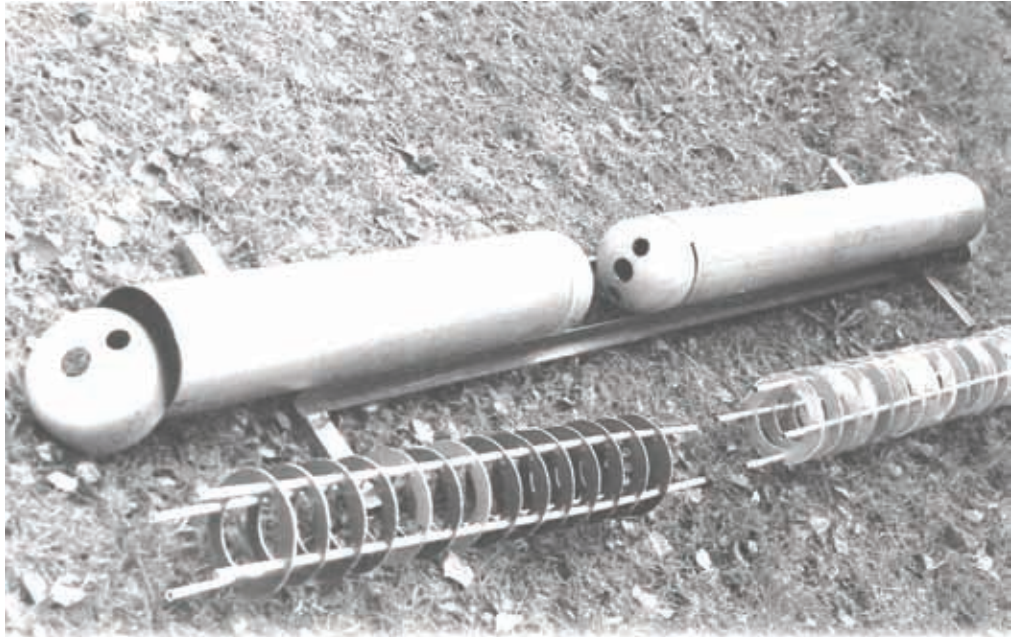
Ajoainesäiliöt:

Polttoaineen kokonaismäärä raketin startatessa = 16,235 kg vastaa 21,242 litraa

Nestehapen kokonaismäärä startissa = 30,943 kg, joka vastaa 27,143 litraa

Moottori on valmiina

Ajoaineen kummankin komponentin syöttö moottoriin tapahtuu painekaasun avulla. Painekaasu tulee paineen-alennusventtiilistä 25 – 27 bar:n paineella. Painekaasu on joko puhdasta tai hieman seostettua heliumia. Raketista on tällä hetkellä valmiina moottori. Injektori on keskeneräinen. Ajoainesäiliöt ovat kokonaan valmiit.



Aluksi olisi tarkoitus kokeilla moottoriratkaisuja penkkikokeilla. En uskalla täydellä ajoainemäärällä tehdä penkkikokeita, vaan näissä kokeissa palo aika olisi rajattu seitsemään sekuntiin. Jos moottori kestää lämpörasituksen ja injektori toimii moitteettomasti, on hyvinkin mahdollista tehdä näillä

eväin tästä luotainraketti. Sen kokonaislähtömassa tulisi karkean arvion mukaan olemaan 110 kg. Ajoaineen määrä olisi 47,178 kg, joten massasuhteeksi tukisi 110 kg/ (110-47,178) kg = 2,074. Olen yrittänyt laskea, miten korkealle se lentäisi, mutta ilmanvastus on tuntematon ja sen huomioon ottaminen tekee laskelmista ainakin minulle ylivoimaisen vaikeita.. Ilman ilmanvastusta ko. raketti saavuttaisi noin 15 – 18 km:n korkeuden sillä hetkellä, kun ajoaine on loppuun käytetty. Siitä se sitten jatkaisi painovoiman alaisena yli 30 km:n korkeuteen. Voisihan sen nokkaan kiinnittää esim. 45 mm:n kiinteän raketin, jolloin saavutettu lentokorkeus kasvaisi huomattavasti. Tätä raketia tai rakettiyhdistelmää voisi käyttää esim. meteorologisten kojeiden nostamiseen yli säähavain-topallojen saavuttaman n. 22 km :n korkeuden. Kuvatun kaltainen raketti tai rakettiyhdistelmä pystyisi kantamaan varmastikin yli viiden kilon kuormia.

Nesteraketin moottori tulisi olemaan nivelletty vaakatasossa x- ja y- suunnissa hyrräkoneiston avulla, joka mittaa kallistuman ja analogisen säätöpiirin avulla kallistaisi nivellettyä moottoria, niin että raketin lentorata olisi koko ajan pystysuoraan ylöspäin..

Lopuksi

Nesterakettiprojekti on pahasti keskeneräinen. Olen lähes omin voimin vienyt projektia eteenpäin vähillä rahoillani. Kaikki osat täytyy teettää ja se maksaa. Projektia vaivaa ankara krooninen rahapula, niin että jos tätä vauhtia, millä raketia on tähän mennessä tehty, joutuu etenemään, niin kestää vielä vuosia ennen kuin pääsee edes penkkikokeita suorittamaan Tällä hetkellä en tiedä, mitä kyseisen projektin kanssa tekisi. Tuntuu vaan vahvasti siltä, etteivät omat resurssini riitä projektin loppuunsaattamiseksi joten yhteistyökumppaneita haetaan jatkuvasti (puhelinnumeron saa toimituksesta).

Kirjallisuutta

George P. Sutton: Rocket Propulsion Elements

John D. Clark: Ignition. An Informal History of Liquid Rocket Propellants



**Sponsorointi on tervetullutta,
yhteistyökumppaneita etsitään!**

Juhani Hemmi