



FLUTTER

TESTING AND CALCULATION OF FLUTTER OF THE VERSATILE THERMAL INSULATION PANEL ON FUTURE LAUNCHERS



VZLÚ, a.s.
Beranových 130
199 05 Praha 9
www.vzlu.cz

L. K. Engineering, s.r.o.
Srbská 53
621 00 Brno
www.lke.cz

Project duration: 2011 to 2012
Project manager VZLU: Karel Patočka
patocka@vzlu.cz
Project manager LKE: Martin Komárek
komarek@lke.cz



Aeronautical and Research Test Establishment (VZLÚ)

is a national centre for research, development and testing in aeronautics and astronautics. The major multidisciplinary fields of VZLÚ include: aerodynamics, structure strength and durability, material and corrosion engineering, composite materials and technologies, accredited testing and space instruments for satellites. VZLÚ also contributes to progress of automotive, rail, defence, security and power industry and civil engineering.

LK Engineering (LKE)

focuses on modelling of mechanical systems involving structural, thermal and fluid dynamic effects. The company provides expertise and design consultation for industrial partners. In the field of space technologies LKE specialises on the design of space system components.

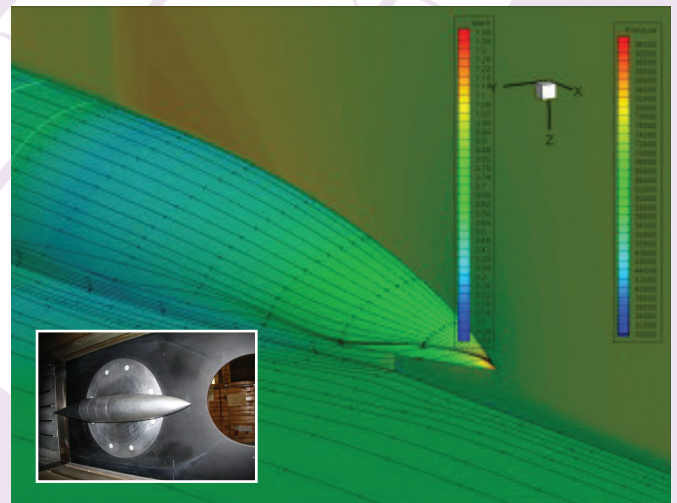
The goal of the project was flutter assessment of jettisonable versatile thermal insulation panels of upper cryogenic stage of a launcher. VZLÚ and LKE companies mutually cooperated in the course of the project.

VZLÚ performed design, calculations and experiments on aeroelastic scaled models based on similarity laws. Each scaled model of the panel including fixture was designed in Catia 3D modeller. CFD and flutter calculations proved sufficient flow quality and flutter occurrence for particular Mach number. The models were measured in high speed wind tunnel in subsonic, transonic and supersonic regimes. Aerodynamic and aeroelastic experimental results, mainly pressures and accelerations, were obtained by measuring rigid duralumin panels and flexible composite panels. Experimental results of the latter scaled models showed good agreement with the calculated figures.

LKE focused on development of computational methodology to perform an assessment of panel flutter response with a possibility of extension to other physical effects. The other part of activity was focused on identification of flutter boundary of full scale panel. LKE proposed and verified computational methodology based on simultaneous solution of external aerodynamics and structural dynamic response in time domain. The proposed complex methodology is not widely used in space design, therefore an effort was spent to identify a range of validity, verify and correlate results with wind tunnel testing data. The real geometry based solution enabled to determine the flutter response and critical regimes during the

launcher takeoff. Based on the analyses results, the effect of main design system parameters was mapped and the significance of aeroelastic instability was confirmed.

All VZLÚ and LKE results could be used to assess full scale panel behaviour during launch to orbit, to find stability level and to identify critical flight regime. An important part is a feedback to design team to further improve and optimize design with regards of flutter effects.



Comparative aerodynamic calculation simulating the measurement conditions of the aerodynamic tunnel. Source: VZLÚ
smaller photo: Installation of the solid scaled model in the aerodynamic tunnel: Photo: VZLÚ

What would you name as main benefits of the project to you and your company?



"Participation in the project enabled VZLÚ to apply and expand knowledge and capabilities in the field of panel flutter. A huge benefit for the company was also the opportunity to contribute to such a project itself, because VZLÚ started to cooperate with key partners in the demanding space segment of the next generation launcher."

"For LKE it was very exciting experience just to be part of a team of key players in launcher business and working on the solution of an interesting problem. Our responsibility within the project allowed us to see the complicated process of pushing an innovative method of computational approach and convince people to trust it. Successful completion of the project provides important links and references and identifies several areas of potential application of our new methodology."



FLUTTER

TESTOVÁNÍ A VÝPOČTY FLUTTERU NA TEPELNÉ IZOLACI BUDOUCÍCH RAKETOVÝCH NOSIČŮ



VZLÚ, a.s.
Beranových 130
199 05 Praha 9
www.vzlu.cz

L. K. Engineering, s.r.o.
Srbská 53
621 00 Brno
www.lke.cz



Trvání projektu: 2011 až 2012
Vedoucí projektu VZLÚ: Karel Patočka
patocka@vzlu.cz
Vedoucí projektu LKE: Martin Komárek
komarek@lke.cz

Výzkumný a zkušební letecký ústav, a.s. (VZLÚ)

je národním centrem pro výzkum, vývoj a zkušebnictví v letectví a kosmonautice. Mezi hlavní oblasti působení patří aerodynamika, pevnost a životnost konstrukcí, materiálové a korozní inženýrství, kompozitní materiály a technologie, akreditované zkušebnictví a přístroje pro umělé družice. VZLÚ využívá synergických efektů a také podporuje rozvoj automobilového, železničního, obranného, bezpečnostního a energetického průmyslu a stavebnictví.

LK Engineering, s.r.o. (LKE)

se dlouhodobě zabývá výpočtovým modelováním konstrukcí včetně pevnostní problematiky, přenosu tepla a proudění. Firma poskytuje posudky a expertízy průmyslovým partnerům. V oblasti kosmických technologií se LKE zaměřuje na návrh komponent kosmických systémů.

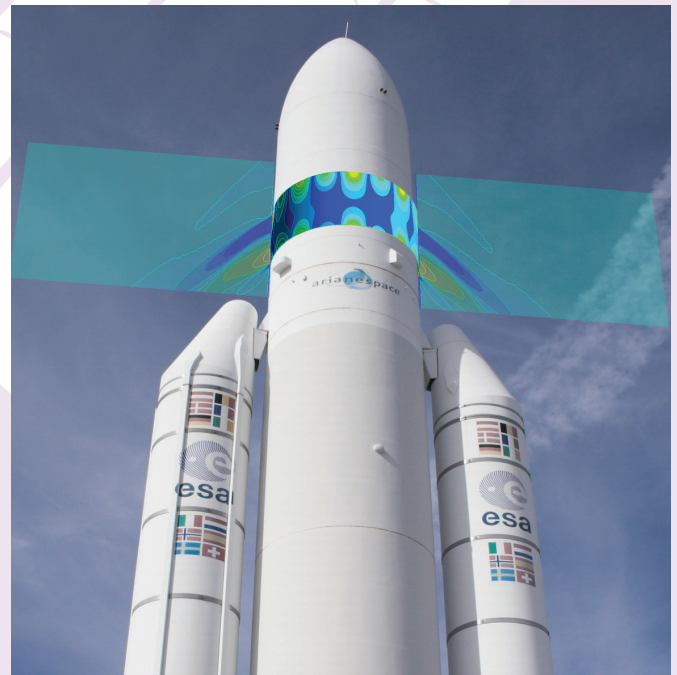
Cílem projektu bylo zhodnocení flutteru odhoditelného panelu tepelné izolace horního kryogenního stupně nosné rakety. Na řešení se společně podílely firmy VZLÚ a LKE.

Ve VZLÚ proběhly návrhové, výpočetní a experimentální práce na aeroelasticky podobných měřítkových modelech, které byly navrženy na základě podobnostních zákonů. CFD výpočty prokázaly dostatečnou kvalitu proudu a výpočty flutteru zase jeho výskyt pro určité Machovo číslo. Poté byly modely odměřeny ve vysokorychlostním aerodynamickém tunelu v subsonickém, transonickém i supersonickém režimu. Aerodynamické a aeroelastické experimentální výsledky, zejména tlaky a zrychlení, byly získány měřením tuhých duralových a pružných kompozitních panelů. Výsledky měřítkových modelů ukázaly dobrou shodu s provedenými výpočty.

Aktivita LKE byla zaměřena na vývoj výpočetní metodiky simulace flutteru s možností rozšíření o další fyzikální modely a stanovení hranice stabilního chování izolačního panelu. LKE navrhla a ověřila metodiku založenou na současném řešení proudění a odezvy konstrukce v časové doméně. Tato metodika není v kosmickém průmyslu běžně užívána, proto byla část projektu zaměřena na korelaci výsledků s měřením v aerodynamickém tunelu. Řešení na reálné geometrii panelu umožnilo stanovit charakter odezvy a kritické režimy při vzletu nosiče. Na základě výsledků analýz byl zmapován vliv hlavních návrhových parametrů systému a byl potvrzen význam problematiky aeroelastické nestability při návrhu

podobných konstrukcí. Informace o dynamickém chování panelu byly zároveň zpětnou vazbou pro tým zabývající se optimalizací celé technologie tepelně izolačního panelu.

Ze všech obdržených výsledků ve VZLÚ a LKE lze usuzovat na chování panelu během letu nosiče na oběžnou dráhu, zjistit úroveň stability konstrukce a identifikovat kritický režim letu a navrhnout opatření pro zlepšení vlastností celé konstrukce z hlediska flutteru.



Ilustrace deformace panelu tepelné izolace a okolního proudového pole na nosiči Ariane 5. Foto: LKE

Co vám účast v projektu přinesla?



„Účast v projektu Flutter VZLÚ umožnila uplatnit a rozšířit zkušenosti v oblasti panelového flutteru. Velkým přínosem bylo samotné zapojení do takového projektu a navázání spolupráce s klíčovými partnery řešícími tuto náročnou problematiku.“

„Spolupráce na projektu byla pro LKE velmi zajímavou zkušeností z hlediska zvládnutí úzké spolupráce s klíčovými hráči v oblasti vývoje nosných raket, a také s prosazováním nové návrhové metodiky v ESA. Úspěšné zakončení projektu nám otvírá několik dalších oblastí v kosmickém průmyslu, kde by vyvinuté postupy našly efektivní uplatnění a umožnily rozšířit portfolio služeb LKE.“