



## 27. díl – D-SEND, FaINT, WSPR a další aneb nadzvukový let bez třesku (IV)

Disponovat nadzvukovým letounem, který se vyznačuje tichým aerodynamickým třeskem, anebo přinejmenším schopností takový stroj sestrojít, je bezesporu potěšující, ale nutnou podmínkou pro jeho praktické nasazení a využití jsou změny v legislativě, která prozatím nadzvukové přepravě příliš nepřeje. Způsobem, jak podnítit potřebné změny, jsou experimenty snažící se simulovat očekávanou intenzitu hluku budoucích civilních supersoniků, k nimž se následně vyjadřují přizvaní posluchači na zemi. Na základě jejich odezvy se pak výzkumníci snaží dopídit, jaká úroveň hluku je přijatelná, a tedy jaká má být cílená hlučnost budoucích nadzvukových strojů. A pochopitelně jde také o to, aby následně přiměli kompetentní úřady k zahájení diskuse nad možnými aktualizacemi předpisů. Tímto směrem se ubíralo hned několik projektů, které v uplynulých letech uskutečnil Národní úřad pro letectví a kosmonautiku.

Konkrétně se jedná o projekty Low Boom/No Boom, v jehož rámci byl vytvořen manévr umožňující vytvářet aerodynamický třesk menší intenzity prostřednictvím zcela konvenčního stroje; dále House VIBES, který zkoumal působení rázových vln na konstrukce domů, a tedy i na vnímání třesků uvnitř budov; SonicBOBS, který volně navázal a studoval působení rázových vln na stavby velkých rozměrů; SCAMP, což bylo zkoumání přechodu z podzvukové rychlosti na nadzvukovou, který se vyznačuje zvýšenou intenzitou hluku; WSPR neboli ověřování metod pro získávání odezvy veřejnosti na třesky různé intenzity; a konečně FaINT, což byl projekt, který zkoumal rázové vlny, jenž nedolehnu až k posluchačům na zemi, protože se během šíření atmosférou rozptýlí. V tomto duchu je hodný pozornosti i simulátor třesku SASSII firmy Gulfstream, který nabízí platformu pro získávání zpětné vazby od posluchačů, aniž by muselo vzlétnout jediné letadlo.

Kromě toho se ještě podíváme na dvojici prací na tichém nadzvukovém stroji, které jsou dílem japonských výzkumníků. Řeč bude o experimentu NEXST-1 zabývajícím se možnostmi snižování odporu supersoniků a D-SEND neboli návrh nadzvukového stroje projevujícího se tichým třeskem.

**Low Boom/No Boom:** Základním krokem k simulaci třesků různé intenzity bylo vyvinutí manévru, pro který se vžilo označení Low Boom/No Boom (Malý třesk, žádný třesk), během kterého dokáže i běžný neupravený nadzvukový letoun vytvářet aerodynamický třesk proměnlivé intenzity. Inspirací pro vytvoření tohoto manévru bylo pozorování letu raket, které při klesání k cíli pod velmi strmým úhlem rychlostmi lehce převyšujícími rychlost zvuku vytvářejí jen velice slabý třesk.

Tento poznatek převedl do prakticky využitelné podoby u letounu zkušební pilot NASA James Smolka. Podstata manévru, v němž spočívá trik s utlumením třesku, je ta, že letoun F/A-18 letí rychlostí jen nepatrně menší než je rychlost zvuku ve výšce 15 240 metrů, následně se stroj přetočí na záda a zahájí v této pozici klesání pod úhlem 53 stupňů, kdy dosáhne rychlosti Mach 1,1, načež ve výšce 9 753 metrů let vybere. K redukci aerodynamického třesku dochází díky několika faktorům. Za prvé je to velká vzdálenost, na kterou se rázové vlny šíří vlivem zahájení manévru ve velké výšce, což vede k jejich oslabení, za druhé je to překlopením stroje na záda, neboť horní strana letounu vytváří slabší rázové vlny, třetím faktorem je relativně malá velikost Hornetu, což samo o sobě znamená relativně malý třesk, a konečně za čtvrté se pozitivně projevuje relativně nízká rychlost, která je jen těsně nad hranicí rychlosti zvuku. Kombinací těchto faktorů se potom dosahuje přetlaku, který je výrazně menší než za standardních podmínek.

Jakmile byl manévr připravený, přešlo se k testům. V červenci 2005 se na Edwardsově letecké základně (KEDW/EDW) sešlo 18 dobrovolníků, kteří seděli v blízkosti mikrofonů umístěných v koridoru pod prolétávajícím letounem McDonnell Douglas F/A-18B Hornet (852) pilotovaném Jamesem Smolkou, a poslouchali třesky a hodnotili jejich přijatelnost. Posléze i hodnotili kvalitu nahrávek těchto třesků. Nahrávek lze využít v simulátorech třesků, což jsou v podstatě místnosti, ve kterých reproduktory přehrávají nahrávky třesků. Jde o levnější možnost, jak získat zpětnou vazbu od posluchačů, než by tomu bylo v případě letů letadel.

V červnu 2006 následovaly další zkoušky, a to když bylo 288 mikrofonů a akcelerometrů rozmístěno do opuštěných budov a jejich okolí postavených v 60. letech v areálu Edwardsovy letecké základny. Na 77 dobrovolníků připadl úkol hodnotit aerodynamické třesky různých intenzit. Během šesti letových dnů od 13. do 22. června 2006 uskutečnila dvojice Hornetů dohromady 19 letových testů, během nichž vytvořili 98 „tichých“ třesků, přetlak od 2,4 Pa (0,05 psf) do 38,3 Pa (0,8 psf), a 14 klasických třesků, přetlak od 40,2 Pa (0,84 psf) až do 86 Pa (1,8 psf). Díky tomu, že se zapojily dva letouny, mohly posluchače zásobovat třeskem každé tři minuty, což přispívalo k přesnějšímu hodnocení. Po skončení testů se 63 procent posluchačů shodlo, že třesky poslouchané uvnitř budov byly otravnější než ty mimo budovy.

**House VIBES:** Je zkratkou z House Variable Intensity Boom Effect on Structures (Efekty proměnlivé intenzity třesku na struktury domů). Smyslem tohoto experimentu bylo zjistit, jak se

projevuje působení rázových vln na domech a podobných stavbách. V průběhu července 2007 se uskutečnilo celkem 7 letů, při nichž dvojice strojů F/A-18A (jeden let) a F/A-18B (šest letů) provedla celkem 43 průletů nad opuštěnými dvojdomky postavenými v 90. letech v areálu Edwardsovy letecké základny. V domech, kolem nich a na desetimetrovém stožáru poblíž bylo umístěno 112 senzorů, které zaznamenávaly intenzitu aerodynamického třesku. Celkem Hornety provedly 12 průletů při rychlosti Mach 1,25 ve výšce 9 753 metrů, kdy byl přetlak až 105 Pa (2,2 psf), a následně 31 průletů, kdy využily Low Boom/No Boom manévru, přičemž přetlak se pohyboval od 3,8 Pa (0,08 psf) do 33,5 Pa (0,7 psf). Kromě pozemních snímacích aparatur se experimentu účastnil i větroň L-23 Super Blaník, který na palubě taktéž nesl měřicí zařízení a zaznamenával tak hodnoty přetlaku v prostoru mezi Hornety a zemí. Z naměřených hodnot uvnitř domů vyplynulo, že potenciální obyvatelé uvnitř těchto modernějších staveb by byli vystaveni méně nepříjemnému hluku než tomu bylo v předešlém případě u starších domů.

**SonicBOBS:** Neboli Sonic Booms On Big Structures (Aerodynamický třesk působící na velké struktury). V roce 2009 se pozornost vědců z NASA zaměřila na zkoumání vlivu působení rázových vln na stavby větších rozměrů. O působení na relativně malé domy měli dost poznatků díky dvěma předchozím experimentům, ale o chování podstatně větších staveb (haly a podobně) toho příliš nevěděli. Proto 11. června 2009 uskutečnil F/A-18 Hornet dohromady 18 průletů nad budovou Muzea letových zkoušek amerického letectva na Edwardsově letecké základně, z nichž 9 bylo běžné intenzity a 9 nízké intenzity (tiché třesky). Následně 9. a 12. září téhož roku proběhly další testy. První z těchto dnů se létalo nad neobydlenými oblastmi. U těchto zkoušek byli mimo jiné přítomni i zástupci Mezinárodní organizace pro civilní letectví (ICAO), která bude v budoucnu rozhodovat o tom, zda lety nadzvukových civilních strojů nad pevninou povolí, nebo ne. Při testech druhého z oněch dnů se již opět létalo nad halou muzea, ve které byly také umístěny figuríny, které měly v hlavách mikrofony, aby se co nejvíce přiblížily tomu, jak by třesk slyšel živý člověk. Poslední lety v rámci tohoto projektu se uskutečnily 14. a 16. října 2010. Výsledky ukázaly, že rázové vlny budou u těchto větších staveb závažnějším problémem než tomu bylo u menších domů.

Setkat se lze ještě s podobnou zkratkou SonicBREWS, ale v tomto případě nejde o experiment, který by nějakým způsobem přispíval ke znalostem ohledně tichého nadzvukového letu. Jen stručně, šlo o pokusy, kdy se ověřovalo, zda časté třesky v okolí Edwardsovy letecké základny nebudou mít negativní vliv na detektory zemětřesení (seismografy) umístěné v těchto oblastech. Název programu je Sonic Boom Resistant Earthquake Warning System neboli Varovný systém před zemětřesením odolný vůči aerodynamickému třesku.

**SCAMP:** Zkratka ze Superboom Caustic Analysis and Measurement Project (Projekt měření a analýzy extrémně silných třesků). Jeho cílem bylo prozkoumat kritický přechod z podzvukové rychlosti na nadzvukovou, při kterém může aerodynamický třesk dosáhnout i dvou až pětinasobně

vyšší intenzity než při ustáleném nadzvukovém letu. Porozumění tomuto jevu je důležitým krokem k jeho umenšení u budoucích nadzvukových civilních strojů. Test proběhl v květnu 2011, kdy se v koridoru pro nadzvukové lety severně od města Boron v Kalifornii uskutečnilo 13 letů, během nichž F/A-18B (852) ve výškách od 10 668 metrů do 13 716 metrů akceleroval z podzvukové na nadzvukovou rychlost (až do Mach 1,3), aby vytvořil dohromady 70 třesků. V koridoru dlouhém 3 000 metrů bylo umístěno 81 mikrofónů, které zaznamenávaly třesk, a rovněž bylo využito měření za letu, tentokrát z paluby motorového větroně Aeromot AMT-200 Super Ximango (u amerického letectva nese označení TG-14). Ten létal ve výškách od 1 219 metrů do 3 048 metrů. Ve výšce 1 066 metrů byla ještě upoutaná vzducholod' o délce 10,6 metru, která taktéž nesla měřicí aparaturu. Jak je vidět, počtem zapojených strojů ve vzduchu šlo o poměrně rozsáhlý projekt.

**WSPR:** Je zkratka z Waveforms and Sonic Boom Perception and Response (Vlnové funkce, vnímání aerodynamických třesků a odezva na ně). Jednoduše řečeno, šlo o to vyvinout metody získávání dat od veřejnosti během budoucích experimentů, a to mezi lidmi, kteří nežijí v blízkosti leteckých základen, kde lze občas třesk zaslechnout. V době od 1. do 18. listopadu 2011 proběhlo 22 letů, kdy F/A-18 vytvořil 82 třesků snížené intenzity a 5 klasických třesků. Rozsah přetlaků byl od 3,8 Pa (0,08 psf) do 67 Pa (1,4 psf). Více než 100 dobrovolníků vyplňovalo připravený dotazník, který byl vyhotoven v několika různých podobách, aby se svou formou co nejvíce přiblížil možnostem co nejširšího spektra lidí. K dispozici tak byly dotazníky v klasickém papírovém vyhotovení, v podobě dotazníku na internetu i jako aplikace v mobilním telefonu. Výzkumníci pak od zúčastněných dobrovolníků získali zpětnou vazbu na metody získávání názorů na přijatelnost třesků, díky čemuž je mohou odladit a při budoucích výzkumech získat maximálně přesné odpovědi.

**FaINT:** Je zkratka z Farfield Investigation of No Boom Treshold (Dálkové zkoumání rozhraní mezi třeskem a jeho rozptylem), která má sama o sobě taktéž význam ve spojitosti s předmětem zkoumání, protože anglické slovo „faint“ znamená „mdlý“, což je označení, které na třesky zkoumané v tomto projektu vcelku pěkně sedí. Šlo o prozkoumání fenoménu, kdy rázové vlny vzniklé během nadzvukového letu nedosáhnou až na zem, tedy ani k posluchačům. K tomuto jevu dochází zpravidla tehdy, když letoun letí rychlostí Mach 1,2 a méně ve výškách nad 10 668 metrů. Vzniklé rázové vlny se totiž v takovém případě zeslabí a odrazí od nižších vrstev atmosféry, které jsou teplejší. Od 29. října do 7. listopadu 2012 uskutečnil F/A-18B (852) třináct letů, přičemž během každého z nich vytvořil 6 třesků nad řadou 120 mikrofónů umístěných na Edwardsově letecké základně. Zároveň se opět zapojil motorový větroň TG-14, který snímal úroveň třesku ve výškách od 1 524 metrů do 3 048 metrů, a nafukovací upoutaná vzducholod', která prováděla měření ve výšce 914 metrů. Výsledky ukázaly, že chování rázových vln je vysoce závislé na rychlosti, jakou stroj letí, takže i malé rozdíly v rychlosti se mohou velkou měrou projevit v tom,

zda třesk dolehne až na zem, anebo se skutečně rozptýlí, a taktéž na atmosférických podmínkách, které se v průběhu dne mohou masivně měnit, takže stejný letový režim v různých částech dne může mít za následek vytvoření rázových vln, které dosáhnou země, a jindy se naopak stihnou rozptýlit. Získaná data jsou tak velice hodnotná, protože poskytují ohromně přínosné informace o chování rázových vln.

Tímto bychom měli mít zmapovány všechny významné projekty, které NASA na poli tichého nadzvukového letu dosud podnikl. A není jich rozhodně málo. Připočteme-li ke dnes představeným ještě projekty rozebrané v předchozích dílech (SSBD, 24. díl; Quiet Spike, 25. díl; LaNCETS, 26. díl), získáváme celkem 9 různých projektů. Navíc je třeba brát v potaz, že všechny poznatky během nich získané budou kulminovat ve zcela novém experimentálním stroji X-54A, jehož první vzlet se očekává během tří let. Ten snad bude předobrazem prakticky využitelného letounu pro nadzvukovou civilní přepravu. Ještě bych doplnil, že jsem se zaměřoval výlučně na projekty přímo spojené s umenšováním intenzity třesku, což ale nejsou jediné programy, které NASA v doméně nadzvukového létání podniká. Stranou jsem prozatím nechal například výzkumy profilu křídla s laminárním obtékáním, návrh nového typu vstupu vzduchu k motorům pro nadzvukové stroje či zkoušky nového typu sond, které mohou přispět k usnadnění prováděných testů, a to proto, že jejich primární rolí není umenšovat třesk. Abychom měli výčet pokusů o ztišení třesku pokud možno kompletní, podívejme se ještě na simulátor třesků firmy Gulfstream a na dvojici projektů japonské agentury JAXA.

**SASSII:** Jak víme z projektu Quiet Spike, americký Gulfstream se intenzivně zajímá o možnost zkonstruování nadzvukového obchodního letounu. Dalším jeho příspěvkem k této problematice je simulátor aerodynamických třesků nazvaný Supersonic Acoustic Signature Simulator II. Nejde sice o jediný simulátor třesků, který existuje, ale protože je hodnocen jakožto nejlepší, neboť kvalita jeho reprodukce se nejvíce blíží realitě, zmiňuji se pouze o něm. Vlastními simulátory disponuje například také NASA a Lockheed Martin či japonská JAXA. V případě Gulfstreamu jde o deset metrů dlouhý přívěs, ve kterém se nachází zvukotěsná komora o rozměrech přibližně 2 x 3 metry, do které ústí reproduktor. Uvnitř této komory mají posluchači možnost zakusit nahrávky třesků od těch nejtišších až po nejhluchnější. Ve zbylé části přívěsu je místnost operátora, který ovládá reprosoustavu. Umístění simulátoru v pojízdném přívěsu má svůj smysl, protože Gulfstream s ním cestuje napříč Spojenými státy a získává od lidí z nejrůznějších koutů této země reakce na přijatelnost tichých třesků.

**NEXST-1:** První z experimentů provedených japonskými výzkumníky z JAXA (Japan Aerospace eXploration Agency, Japonská letecká výzkumná agentura) nese označení NEXST-1 (National EXperimental Supersonic Transport, Národní experimentální nadzvuková přeprava). Jde tedy o první krok na cestě za zkonstruováním japonského civilního supersoniku. Cílem tohoto

projektu bylo ověřit možnosti snížení aerodynamického odporu nadzvukového letounu, a tím pádem i zmenšit spotřebu paliva a nepřímo i hlučnost stroje. Výzkumníci vycházeli ze zjištění, že u dopravních nadzvukových letounů s každým jedním procentem nárůstu odporu dochází ke snížení kapacity stroje o tři cestující. Tedy zmenšením odporu lze dosáhnout vyšší kapacity stroje při zachování pohonné jednotky a spotřeby.

Japonští vědci proto navrhli experimentální těleso, jehož tvary vzniklé na základě rozsáhlých počítačových simulací měly vytvářet nejmenší možný odpor pro danou konfiguraci (jeho fotografii naleznete v odkazech níže). Demonstrátor byl navržen jako 11procentní zmenšenina potenciálního budoucího letounu, jeho délka tak činila 11,5 metru a rozpětí 4,72 metru, hmotnost tělesa byla 1 950 kg. K letové zkoušce došlo 14. července 2002 na australské střelnici Woomera. Stroj byl připevněn na raketě, která jej měla vynést do výšky 18 km, kde by se od ní odpojil a následně uskutečnil zamýšlený test. Avšak raketa během své akcelerace vyvinula přetížení, které řídicí systémy demonstrátoru nevydržely, došlo ke zkratu a zkušební těleso tak přišlo o svého autopilota a selhalo. Následovalo rozsáhlé vyšetřování, které tuto příčinu neúspěchu odhalilo, a umožnilo ji pro druhý letový test odstranit.

O tři roky později se výzkumníci na to samé místo vrátili s přepracovanou experimentální jednotkou. Původně se počítalo se startem na polovinu srpna 2005, nakonec byl po několika odkladech úspěšně proveden 10. října 2005. Tentokrát vše proběhlo zcela dle plánů a očekávání. Letoun byl pomocí rakety vynesena do výšky 19 km, odkud klouzavým letem proletěl rychlostí Mach 2 stanoveným koridorem s měřicími aparaturami. Poté se snesl na padácích a dosednutí utlumil nafukovacím vakem pod trupem. Celkový letový čas činil 15 minut a 22 sekund. Dle vyjádření agentury JAXA získaná data potvrdila správnost jejich počítačových modelů, takže se mohlo přejít na další projekt.

**D-SEND:** Druhým z význačných japonských projektů na poli budoucí nadzvukové přepravy je program nesoucí název D-SEND (Drop test for Simplified Evaluation of Non-symmetrically Distributed sonic boom, Padací test pro zjednodušené vyhodnocování nerovnoměrného šíření aerodynamického třesku. Zároveň zkratka projektu odkazuje k anglickému slovu „descend“ neboli klesání, což odráží hlavní část testu), který proběhl ve dvou fázích s dvojicemi letových zkoušek.

Svým rozsahem šlo o větší projekt než jakým byl jeho předchůdce. To potvrzuje výčet provedených testů. Nejprve si výzkumníci ověřovali samotné postupy a metody měření aerodynamického třesku. Tato část zkoušek nesla označení ABBA (Airborne Blimp Boom Acquisition, Získání dat o třesku z letící vzducholodi; navíc jde i o popkulturní odkaz na známou švédskou hudební skupinu). V trojici letových zkoušek (září 2009, září 2010 a květen 2011) na švédské střelnici v lokalitě Vidsel byly na lanu upoutané vzducholodi ve výšce 1 000 metrů umístěny měřicí aparatury, které měly snímat rázové vlny vytvářené letounem JAS-39 Gripen. Po

posledním z ověřovacích letů se vědci přesunuli do nedaleké Kiruny, kde ihned navázala první fáze letových zkoušek experimentálních těles programu D-SEND.

K ověření správnosti tvarů navržených pro letoun s umenšeným třeskem posloužila dvojice zkušebních těles nesoucí označení NWM (N-Wave Model, Model s N-vlnou, měl délku 5,6 metru, průměr 0,613 metru a hmotnost 700 kg) a LBM (Low-Boom Model, Model s malým třeskem, délky 8 metrů, průměru 0,613 metru a hmotnosti 630 kg). Tato tělesa byla pod heliovým balónem vynesena do výšky nad dvacet kilometrů, kde byla uvolněna a následně prolétla kolem měřicích zařízení. Ze získaných dat se porovnávalo, zda má LBM oproti NWM skutečně sníženou intenzitu třesku. Za letu se to ověřovalo hned dvakrát, nejprve 7. května 2011, kdy se s desetisekundovým intervalem shodila LBM a NWM tělesa z výšky 21 km, díky čemuž dosáhla rychlosti Mach 1,4. Ověřený záznamový systém upoutané vzducholodi, který na svém poutacím laně nesla ve výškách 1 000, 750 a 500 metrů, společně s pozemními aparaturami zaznamenal dohromady 34 třesků. Analýzy získaných dat ukázaly, že N-vlna u LBM je skutečně modifikovaná a její první část je menší s plochým vrškem (takřka shodně jako u SSBD, což je dáno tím, že se vycházelo ze stejného teoretického základu, kterým je práce Seebasse, George a Dardenové, viz 24. díl). Potvrdilo to i druhé měření dne 16. května 2011. Tentokrát byla obě tělesa shozena z výšky 27 km se šedesátisekundovým intervalem daným technickým zádrhelem, který se ale jinak nijak negativně neprojevil. Nejvyšší dosažená rychlosti činila Mach 1,7. Bylo získáno 96 záznamů třesků, z toho dvanáct uvnitř budovy. I tentokrát se LBM projevil modifikovaným profilem N-vlny. Na tomto základě byl navržen a postaven pokročilejší demonstrátor, který měl být zmenšeninou budoucího supersoniku.

Tento demonstrátor nesoucí označení S3CM (Silent SuperSonic Concept Model, Koncepční model tichého supersoniku – je zobrazen na úvodním obrázku) se tedy vyznačuje pozměněnými tvary, které naplňují zadání o nesymetrickém šíření rázových vln tak, aby se směrem k zemi šířily vlny slabší a nahoru nad letoun vlny silnější. Délka stroje byla 7,913 metru, rozpětí 3,51 metru a hmotnost 1 000 kg. Opět byl pod heliovým balónem vynesena do stratosféry, kde byl shozen a proletěl naplánovanou trajektorii letu. K tomu došlo 16. srpna 2013 taktéž v Kiruně, kdy byl S3CM vynesena do výšky 12 km, kde došlo k jeho odpoutání a při klesání dosáhl rychlosti až Mach 1,6 během průletu po tratí. Naneštěstí se v průběhu letu odchýlil od naplánované trajektorie o přibližně deset kilometrů, což znamenalo, že nebyla získána všechna potřebná data. Tento test proto skončil jen částečným úspěchem. Proto se vědci z JAXA rozhodli test zopakovat, aby získali maximum informací. Přesunuli se tedy do Kiruny i v roce 2014, kdy v druhé polovině srpna hodlali provést reparát zkoušky. Tentokrát ale nespolečně pracovalo počasí, takže došlo k několikerému odkladu a nakonec byl test pro tento rok odvolán. Zájem o jeho provedení i nadále trvá, ale aktuálně není žádný oficiální termín pro jeho uskutečnění stanoven. Lze ale předpokládat, že by k němu

mohlo dojít v letošním roce. Nezbyvá než přát Japoncům štěstí, protože již od prvních pokusů se jim takřikajíc lepší smůla na paty.

Sérií posledních čtyř dílů seriálu jsem se pokusil ukázat, že ačkoli v současné době cestujeme až nudně pomalými letadly, práce na nápravě této situace se bere opravdu vážně a kroky v tomto kontextu učiněné rozhodně nejsou zanedbatelné, a prakticky ve všech případech jde o přelomové výzkumy. Z hlediska potřebných technologií je tichý civilní nadzvukový stroj v současné době realizovatelný, překážkou jsou prozatím legislativní omezení, která výhody supersoniků zcela zásadně stírají, což se pochopitelně odráží v aktuální situaci, kdy hned několik supersoniků existuje na rýsovacích prknech, ale nikdo není ochotný je reálně zkonstruovat, protože by se při dnešních předpisech jejich provoz nevyplatil. Přesto je, myslím, opodstatněné věřit, že už příští dekáda bude dobou nástupu tichých civilních supersoniků, neboť k nim máme nakročeno opravdu slibně. Všechno totiž nasvědčuje tomu, že úkol výzkumníků NASA pracujících na tichém nadzvukovém letu zmíněný v jejich mottu bude korunován úspěchem: „V roce 1947 Chuck Yeager prolomil zvukovou bariéru. Naším úkolem je spravit ji.“

### **Kam dál?**

Desetiminutový dokument o projektu WSPR (v angličtině) plný tichých třesků a velice zajímavých záběrů nahlížejících za oponu výzkumu: <http://youtu.be/XDUQ1cj4jMo>

Video o projektu FaINT, ve kterém lze porovnat klasický třesk (čas 0:12) a tichý třesk (čas 0:16):

[http://youtu.be/GG\\_Ue-4uYAO](http://youtu.be/GG_Ue-4uYAO)

Fotografie experimentálního tělesa projektu NEXST-1:

[http://fenrir.naruoka.org/archives/images/JAXA\\_NEXST.jpg](http://fenrir.naruoka.org/archives/images/JAXA_NEXST.jpg)

Fotografie LBM a NWM těles před vzletem: [http://www.sscspace.com/\\$2/file/d-send-1-1.jpg](http://www.sscspace.com/$2/file/d-send-1-1.jpg)

Fotogalerie demonstrátoru S3CM projektu D-SEND na Flickr: <https://flic.kr/s/aHsjFHwLdQ>

Prezentační video JAXA představující projekt D-SEND: <http://youtu.be/cBT5O2NJKyc>

Předchozí díl (I): <http://airspotter.eu/Download/SSBD.pdf>

Předchozí díl (II): [http://airspotter.eu/Download/Quiet\\_Spike.pdf](http://airspotter.eu/Download/Quiet_Spike.pdf)

Předchozí díl (III): <http://airspotter.eu/Download/LaNCETS.pdf>

*Marek Vanžura*

*(Photo © nvs-live.com)*