

SMLOUVA
o poskytnutí účelové podpory na řešení projektu výzkumu a vývoje
čj.: MSMT-37785/2019-2
podprogramu „INTER-ACTION“, programu INTER-EXCELLENCE
(dále jen „smlouva“)

Smluvní strany

Česká republika – Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy

IČO: 00022985

se sídlem Karmelitská 529/5, 118 12 Praha 1

zastoupená Mgr. Janou Kolaříkovou, vedoucí oddělení řízení mezinárodních programů VaVal

(dále jen „poskytovatel“)

a

Ústav termomechaniky AV ČR, v.v.i.

IČO: 61388998

Právní forma: veřejná výzkumná instituce

se sídlem: Dolejškova 1402/5, 182 00 Praha 8

číslo účtu: 94-11625081/0710

zastoupená: Ing. Jiřím Pleškem, CSc., ředitelem

(dále jen „příjemce“)

(společně dále také jako „smluvní strany“)

uzavírají

podle ustanovení § 9 odst. 1, 2 a 3 zákona č. 130/2002 Sb., o podpoře výzkumu, experimentálního vývoje a inovací z veřejných prostředků a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o podpoře výzkumu, experimentálního vývoje a inovací) ve znění pozdějších předpisů (dále jen „zákon č. 130/2002 Sb.“), podle ustanovení § 17 zákona č. 218/2000 Sb., o rozpočtových pravidlech a o změně některých souvisejících zákonů (rozpočtová pravidla) ve znění pozdějších předpisů a v souladu s Nařízením Komise (EU) č. 651/2014 ze dne 17. června 2014, kterým se v souladu s články 107 a 108 Smlouvy o fungování EU prohlašují určité kategorie podpory za slučitelné s vnitřním trhem (dále jen „nařízení“), tuto **smlouvu**:

Článek 1
Předmět smlouvy

- 1) Předmětem této smlouvy je úprava práv a povinností poskytovatele a příjemce v souvislosti s účelovou podporou, poskytnutou podle § 4 odst. 1 písm. e) zákona č. 130/2002 Sb. ze státního rozpočtu na řešení projektu výzkumu, vývoje a inovací s identifikačním kódem **LTAUSA19036** a s názvem **„Pokročilý experimentální výzkum synchronního a nesynchronního kmitání lopatek“** (dále jen „Projekt“), jak plyne z Přílohy I této smlouvy (dále jen „Příloha I“) a Přílohy II této smlouvy (dále jen „Příloha II“), realizovaného v rámci podprogramu INTER-ACTION (LTA), programu INTER-EXCELLENCE (dále jen „Podprogram“). Příloha I obsahuje schválený návrh Projektu specifikovaný mj. rozsahem a cíli řešení Projektu, indikátory jejich plnění a jejich cílovými hodnotami (tj. očekávané výsledky řešení, způsob a harmonogram jejich dosažení a ověření). Příloha II obsahuje rozpočet Projektu, zahrnující celkovou výši uznaných nákladů Projektu, jejich výši v jednotlivých kalendářních letech podle jejich dalšího položkového členění podle článku 2 odst. 1 této smlouvy, a dále celkovou výši finančních prostředků určených ke krytí schválených

způsobilých nákladů (tj. uznaných nákladů) Projektu v jednotlivých kalendářních letech, výši krytí těchto finančních prostředků v kategoriích: schválená podpora podle této smlouvy, další veřejné zdroje a neveřejné zdroje. Výše podpory a zdrojů jejího krytí je vyčíslena pro každého účastníka zvlášť. Příloha III této smlouvy (dále jen „Příloha III“) obsahuje plán hodnocení Projektu. Příloha IV specifikuje odvody při porušení smlouvy nebo ustanovení obecně závazných předpisů (dále jen „Příloha IV“).

- 2) Účelem podpory je dosažení stanovených cílů Projektu uvedených v Příloze I smlouvy, Rámec projektu.
- 3) Příjemce je povinen realizovat Projekt za podmínek a v rozsahu této smlouvy.
- 4) Osobou, odpovědnou příjemci za odbornou úroveň Projektu (tj. řešitelem Projektu) a současně určenou pro komunikaci mezi příjemcem a poskytovatelem, je **Ing. Jan Lepičovský, DrSc.**

Článek 2 Způsobilé a uznané náklady Projektu

- 1) Způsobilými náklady Projektu ve smyslu článku 25 odst. 3 nařízení, § 2 odst. 2 písm. k) zákona č. 130/2002 Sb. mohou být pouze takové náklady, které jsou hrazeny výlučně v souvislosti s Projektem a jsou zařazeny do jedné z následujících kategorií:
 - a) osobní náklady/výdaje včetně povinných zákonných odvodů a přidělu do fondu kulturních a sociálních potřeb (nebo jiného obdobného fondu);
 - b) odpisy dlouhodobého majetku (hmotný a nehmotný);
 - c) ostatní zboží a služby;
 - d) subdodávky;
 - e) cestovné;
 - f) nepřímé náklady/výdaje, maximálně do výše 25% z přímých nákladů Projektu.

Způsobilé náklady musejí být vynaloženy v období řešení Projektu stanoveném v článku 3 této smlouvy.

- 2) Uznanými náklady¹ Projektu ve smyslu § 2 odst. 2 písm. l) zákona č. 130/2002 Sb. jsou způsobilé náklady schválené poskytovatelem.
- 3) Poskytovatel stanovuje celkovou výši uznaných nákladů na celé období řešení Projektu podle odstavce 2 tohoto článku na **8 825 000,- Kč** (Osm miliónů osm set dvacet pět tisíc korun českých), a to v členění na jednotlivé kalendářní roky a v položkovém členění podle Přílohy II smlouvy.
- 4) Při úhradě uznaných nákladů z podpory je příjemce povinen dodržet intenzitu podpory (tj. podíl účelové podpory na celkových uznaných nákladech) podle Přílohy II. Současně je příjemce povinen jednoznačně a průkazně doložit úhradu zbývajících uznaných nákladů z ostatních zdrojů.
- 5) Příjemce, který je účetní jednotkou, je v rámci účetnictví podle zákona č. 563/1991 Sb., o účetnictví ve znění pozdějších předpisů pro Projekt povinen vést oddělenou evidenci o vynaložených výdajích nebo nákladech Projektu a v rámci této evidence sledovat náklady nebo výdaje hrazené z podpory. Příjemce, který není účetní jednotkou, vede tuto oddělenou evidenci v rámci daňové evidence v souladu se zvláštním právním předpisem² a interními účetními

1) pokud příjemce podpory neúčtuje o „nákladech“ ale o „výdajích“, lze termínem „náklady“ rozumět i tyto výdaje. Pro účely výpočtu podpory a vykazování v Projektu je však nutné tyto výdaje časově rozlišovat ve vztahu k období řešení Projektu (a to i mimoúčetně)

2) zákon č. 586/1992 Sb., o daních z příjmů, ve znění pozdějších předpisů

postupy, a to tak, aby jeho vnitřní účetní a kontrolní postupy dovozovaly přímé srovnání položek deklarovaných jako součást Projektu (aktiv a pasiv, nákladů a výnosů) s položkami obsaženými v odpovídajících finančních výkazech a ostatních podkladových účetních dokumentech.

- 6) Příjemce je povinen vynakládat finanční prostředky Projektu správně, efektivně, hospodárně, účelně a přiměřeně k cenám v místě a čase obvyklým v souladu se zvláštními právními předpisy³. Příjemce je povinen postupovat při vynakládání prostředků z podpory podle zákona č. 134/2016 Sb., o zadávání veřejných zakázek ve znění pozdějších předpisů. Příjemce současně nese plnou odpovědnost za to, že v průběhu řešení Projektu nedojde k dvojímu financování a vykazování týchž uznaných nákladů (téže výzkumné aktivity) Projektu z veřejných nebo neveřejných prostředků.

Článek 3 **Zahájení a ukončení Projektu**

Příjemce je povinen:

- 1) zahájit řešení Projektu v souladu s Přílohou I, nejdříve však 01. 11. 2019 a nejdéle do **60 kalendářních dnů** ode dne nabytí účinnosti této smlouvy,
- 2) ukončit řešení Projektu tj. ukončit věcně zaměřené projektové aktivity a čerpání poskytnuté podpory podle Přílohy I a Přílohy II nejpozději do **31. 12. 2022**.

Článek 4 **Poskytnutí podpory, její výše a podmínky jejího čerpání**

- 1) Poskytovatel poskytne příjemci účelovou podporu na řešení Projektu formou dotace ve výši podle odstavce 2 tohoto článku (dále jen „podpora“) na účet příjemce, který je uvedený v této smlouvě.
- 2) Poskytovatel stanovuje celkovou výši podpory přidělenou na celé období řešení Projektu podle odstavce 1 tohoto článku na **8 825 000,- Kč** (Osm milionů osm set dvacet pět tisíc korun českých), a to v členění na jednotlivé kalendářní roky a v položkovém členění podle Přílohy II smlouvy.
- 3) Nedojde-li v důsledku rozpočtového provizoria podle zákona č. 218/2000 Sb. k regulaci čerpání rozpočtu, je povinností poskytovatele poskytnout příslušnou výši podpory do 60 kalendářních dnů ode dne nabytí účinnosti smlouvy o poskytnutí podpory. U víceletých projektů ve druhém roce řešení a dalších letech řešení je povinností poskytovatele poskytnout příslušnou výši podpory do 60 kalendářních dnů od začátku kalendářního roku v případě, že jsou splněny závazky příjemce vyplývající ze smlouvy o poskytnutí podpory a že jsou zařazeny údaje do informačního systému výzkumu, vývoje a inovací v souladu se zákonem č. 130/2002 Sb., a se zákonem č. 106/1999 Sb., o svobodném přístupu k informacím ve znění pozdějších předpisů.
- 4) Příjemce je povinen použít podporu výlučně na úhradu uznaných nákladů Projektu vymezených Přílohou II hrazených z podpory.

3) § 2 zákona č. 320/2001 Sb., o finanční kontrole ve veřejné správě a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů

Článek 5 Změny uznaných nákladů a výše poskytnuté podpory

- 1) Podle § 9 odst. 7 zákona č. 130/2002 Sb. nesmí být v průběhu řešení Projektu změněna výše uznaných nákladů o více než **50 %** výše uznaných nákladů stanovené v článku 2 odst. 3 této smlouvy a výše podpory o více než **50 %** výše podpory stanovené v článku 4 odst. 2 této smlouvy.
- 2) Změnu celkové výše uznaných nákladů Projektu nebo celkové výše poskytnuté podpory lze provést pouze uzavřením písemného dodatku ke smlouvě na základě předchozí písemné žádosti příjemce a je účinná nabytím účinnosti tohoto dodatku, k němuž dochází dnem jeho zveřejnění v registru smluv podle zákona č. 340/2015 Sb., o zvláštních podmínkách účinnosti některých smluv, uveřejňování těchto smluv a o registru smluv ve znění pozdějších předpisů (zákon o registru smluv). Změny výše uznaných nákladů Projektu, navrhované v žádosti, a s tím související výše podpory musí být zdůvodněné, podložené schválenými činnostmi a musí být odsouhlasené poskytovatelem.
- 3) Změny finančních objemů v položkovém členění podle věcné specifikace uznaných nákladů Projektu podle Přílohy II, které nemají vliv ani na celkovou výši uznaných nákladů Projektu, ani na celkovou výši podpory, poskytovatel schvaluje na žádost příjemce svým písemným souhlasem. Předchozí souhlas poskytovatele není vyžadován pouze v případě, kdy přesuny mezi položkami nepřesáhnou v daném kalendářním roce v souhrnu sumu rovnající se 10 % z poskytnuté podpory v daném roce, přičemž do tohoto souhrnu se započítávají pouze přesuny mezi položkami ve smyslu jejich navýšení. To se nevztahuje na změny finančních objemů nebo položkové přesuny v rámci osobních nákladů, kdy je vyžadován předchozí souhlas poskytovatele bez výjimky. Nepřímé náklady/výdaje nelze navyšovat nad rámec stanovený v článku 2 odst. 1.
- 4) Příjemce má možnost podat žádost o souhlas se změnou v položkovém členění podle věcné specifikace uznaných nákladů Projektu podle odst. 3 tohoto článku nejpozději do **15. listopadu** daného kalendářního roku, nejméně však **60 kalendářních dnů** před datem ukončení řešení Projektu podle článku 3 odst. 2 této smlouvy. O souhlas se změnou výše uznaných nákladů nebo poskytnuté podpory Projektu podle odst. 2 tohoto článku, s následným uzavřením dodatku k této smlouvě, může příjemce požádat do **31. října** daného kalendářního roku, nejméně však **60 kalendářních dnů** před datem ukončení řešení Projektu podle článku 3 odst. 2 této smlouvy.
- 5) Na souhlas poskytovatele se změnou uznaných nákladů Projektu nebo změnou výše podpory podle tohoto článku nemá příjemce právní nárok.

Článek 6

- 1) Příjemce je povinen vracet zpět nevyčerpané finanční prostředky na:
 - a) výdajový účet ministerstva č. 0000821001/0710, pokud příjemce vrací nevyčerpané prostředky v průběhu kalendářního roku, na který byla podpora poskytnuta,
 - b) účet cizích prostředků ministerstva č. 6015-0000821001/0710, pokud příjemce vrací nevyčerpané prostředky v rámci finančního vypořádání vztahů se státním rozpočtem.
- 2) Příjemce při vrácení finančních prostředků může postupovat obdobně dle odstavce 1 před dokončením Projektu, pokud je mu zřejmé, že finanční prostředky nebudou využity.
- 3) Příjemce je povinen vyzoomět o vrácení finančních prostředků, souvisejících s poskytnutou podporou avízem, poskytovatele, a to formou datové zprávy nebo zprávou opatřenou zaručeným

elektronickým podpisem na e-mailovou adresu aviza@msmt.cz, a rovněž je povinen o této skutečnosti informovat ve stejné lhůtě a stejným způsobem oddělení řízení mezinárodních programů VaVal, a to na kontaktní e-mailovou adresu uvedenou v zadávací dokumentaci k předmětné soutěži na internetových stránkách poskytovatele. Poskytovatel musí avízo obdržet nejpozději v den připsání vratky na účet.

- 4) Příjemce je povinen vypořádat dotaci se státním rozpočtem podle § 75 zákona č. 218/2000 Sb. a vyhlášky č. 367/2015 Sb., o zásadách a lhůtách finančního vypořádání vztahů se státním rozpočtem, státními finančními aktivy a Národním fondem (vyhláška o finančním vypořádání) ve znění pozdějších předpisů.
- 5) Souhrnné vyúčtování podpory a celkových uznaných nákladů Projektu, které je také součástí průběžné zprávy podle odst. 6 Přílohy III, příjemce předkládá za jednotlivé kalendářní roky vždy do **30. ledna** následujícího kalendářního roku, souhrnné vyúčtování uznaných nákladů Projektu, které je součástí závěrečné zprávy podle odst. 6 Přílohy III, příjemce předkládá do **30 kalendářních dnů** po ukončení Projektu. V případě ukončení řešení Projektu před termínem uvedeným v článku 3 odst. 2 této smlouvy příjemce předloží poskytovateli souhrnné vyúčtování uznaných nákladů nejpozději do **60 kalendářních dnů** po tomto mimořádném ukončení řešení Projektu.

Článek 7 Další povinnosti příjemce

Příjemce je dále povinen:

- 1) uvádět v souvislosti s Projektem ve všech zveřejňovaných informacích identifikační kód Projektu podle článku 1 odst. 1 této smlouvy a skutečnost, že na řešení Projektu byla poskytnuta podpora v rámci programu INTER-EXCELLENCE, včetně správného oficiálního názvu nebo oficiální zkratky poskytovatele a oficiálního loga poskytovatele v souladu s pravidly, která jsou zveřejněna na adrese www.msmt.cz,
- 2) písemně informovat poskytovatele o všech změnách, které nastaly v době účinnosti této smlouvy a které se dotýkají právní osobnosti příjemce, údajů požadovaných pro prokázání způsobilosti příjemce nebo údajů, které by mohly mít vliv na řešení Projektu, respektive na dosahování jeho cílů nebo jeho rozpočet, a to nejdéle do **7 kalendářních dnů** ode dne, kdy se o takové skutečnosti dozvěděl,
- 3) o případnou změnu v osobě řešitele požádat písemně poskytovatele. V případě souhlasu poskytovatele se změnou dojde k uzavření dodatku k této smlouvě,
- 4) v případě změn ostatních členů řešitelského týmu, které neovlivní předmět, cíl a rozpočet Projektu, poskytovatele informovat prostřednictvím průběžné nebo závěrečné zprávy,
- 5) umožnit řešiteli a ostatním členům řešitelského týmu uvedeným v Příloze I řešení Projektu v plném rozsahu pracovních úvazků podle Přílohy I v rámci jejich pracovněprávního vztahu uzavřeného s příjemcem,
- 6) neprodleně informovat poskytovatele o podezření na nesrovnalosti zjištěné při řešení Projektu. Nesrovnalostí se rozumí porušení některého z ustanovení:
 - a) práva Evropské unie,
 - b) právních předpisů České republiky,
 - c) této smlouvy.
- 7) předávat poskytovateli zprávy o řešení Projektu podle Přílohy III,

- 8) řádně uchovávat originály všech rozhodnutí, smluv a dalších dokumentů týkajících se řešení Projektu v souladu s obecně závaznými předpisy po dobu **10 let** od data posledního poskytnutí podpory nebo její části,
- 9) po celou dobu řešení Projektu nakládat s veškerým majetkem získaným z prostředků na Projekt hospodárně, efektivně a účelně, zejména jej zabezpečit proti poškození, ztrátě nebo odcizení,
- 10) vyvinout veškeré nezbytné úsilí k dosažení cílů uvedených v Projektu a splnění veškerých závazků vůči poskytovateli.

Článek 8

Kontrola řešení Projektu

- 1) Veřejnosprávní kontrola použití podpory probíhá u příjemce na základě § 39 zákona č. 218/2000 Sb. § 8 odst. 2 zákona č. 320/2001 Sb., o finanční kontrole ve znění pozdějších předpisů § 4 a ostatních příslušných ustanovení zákona č. 255/2012 Sb., o kontrole (kontrolní řád) ve znění pozdějších předpisů a § 13 zákona č. 130/2002 Sb.
- 2) Kontrola plnění cílů Projektu je poskytovatelem prováděna v souladu s § 13 zákona č. 130/2002 Sb. podle pokynů poskytovatele v termínech a způsobem, které jsou uvedeny v Příloze III.
- 3) Poskytovatel je oprávněn v průběhu řešení Projektu a následně až po dobu **10 let** po ukončení jeho řešení provádět kontroly čerpání a využívání podpory a účelnosti vynaložených nákladů Projektu podle této smlouvy.
- 4) Příjemce je povinen umožnit pověřeným zaměstnancům poskytovatele kontrolu realizace Projektu, hospodaření s poskytnutou podporou a zpřístupnit jim k tomu veškeré potřebné doklady.
- 5) Pokud zaměstnanci poskytovatele na základě provedené kontroly dojdou k závěru, že na straně příjemce podpory mohlo dojít k porušení rozpočtové kázně, je vedoucí kontrolní skupiny povinen po případném vypořádání námitek k protokolu o kontrole dát podnět příslušnému finančnímu úřadu, který je oprávněn o porušení rozpočtové kázně rozhodnout.
- 6) Příjemce je povinen informovat poskytovatele o kontrolách, které u něj byly v souvislosti s poskytnutou podporou provedeny externími kontrolními orgány, včetně závěrů těchto kontrol, a to bezprostředně po jejich ukončení.

Článek 9

Porušení rozpočtové kázně

- 1) Porušení povinností uvedených v této smlouvě nebo stanovených právními předpisy představuje porušení rozpočtové kázně podle ustanovení § 44 odst. 1 písm. b) nebo j) zákona č. 218/2000 Sb.
- 2) Odvodem za porušení rozpočtové kázně se podle § 44a zákona č. 218/2000 Sb. rozumí povinnost provést na základě rozhodnutí místně příslušného finančního úřadu odvod za porušení rozpočtové kázně, případně penále z prodlení s jeho provedením. V příloze IV jsou specifikována rozpětí hodnot snížených odvodů u vybraných porušení smluvních ujednání vyplývajících pro příjemce z této smlouvy.

- 3) Správu odvodů za porušení rozpočtové kázně a penále vykonávají místně příslušné finanční úřady podle zákona č. 280/2009 Sb., daňový řád ve znění pozdějších předpisů.

Článek 10

Odvod, odnětí nebo zastavení podpory

- 1) Dle § 44a zákona č. 218/2000 Sb. se za porušení rozpočtové kázně vyměřuje odvod a v případě prodlení i penále. Seznam je uveden v příloze IV této smlouvy.
- 2) Neoprávněným použitím nebo zadržením peněžních prostředků poskytnutých ze státního rozpočtu a použitím podpory příjemcem na jiný účel, než na jaký mu byla podle této smlouvy podpora poskytnuta, nebo v rozporu s jejich časovým určením, i jakékoliv jiné použití podpory v rozporu s podmínkami stanovenými právními předpisy nebo touto smlouvou, které přímo souvisí s účelem, na který byla podpora poskytnuta, je porušením rozpočtové kázně ve smyslu § 44 odst. 1 zákona č. 218/2000 Sb.
- 3) Smluvní strana může podat písemný návrh na zrušení smlouvy v případech uvedených v § 167 odst. 1 zákona č. 500/2004 Sb., správní řád, ve znění pozdějších předpisů.
- 4) Návrh na zrušení smlouvy může smluvní strana podat také v případě, došlo-li po uzavření této smlouvy
 - a) k vázání prostředků státního rozpočtu,
 - b) ke zjištění, že údaje, na jejichž základě byla podpora poskytnuta, byly neúplné nebo nepravdivé,
 - c) ke zjištění, že smlouva je v rozporu se zákonem nebo právem Evropské unie,
 - d) ke zjištění, že nemůže být splněn řádně nebo včas účel, na který byla podpora poskytnuta,
 - e) vydání rozhodnutí Evropské komise o navrácení nebo prozatímní navrácení veřejné podpory.
- 5) Poskytovatel může na základě zjištění, že příjemce porušil povinnosti stanovené právním předpisem nebo smlouvou, a to zejména nedodržel-li účel poskytnuté podpory nebo porušil jinou podmínku, za které byla podpora poskytnuta, postupovat podle § 14e a § 14f zákona č. 218/2000 Sb.
- 6) Jsou-li do informačního systému výzkumu, vývoje a inovací ve smyslu § 30 odst. 1 zákona 130/2002 Sb. (IS VaVal) předány údaje, které neodpovídají definici datových prvků a které ovlivní výši poskytnuté podpory a Rada pro výzkum, vývoj a inovace proto v návrhu výdajů na výzkum, vývoj a inovace příslušnému poskytovateli výši výdajů na následující pětileté období sníží podle § 14 odst. 5 zákona č. 130/2002 Sb., poskytovatel obdobným způsobem sníží podporu příjemci, který mu nesprávné údaje předal.
- 7) V případě, kdy byl příjemce pravomocně odsouzen pro trestný čin uvedený v § 7 odst. 3 písm. a) až c) zákona č. 130/2002 Sb. může poskytovatel ve smyslu § 14a zákona č. 130/2002 Sb. od této smlouvy zcela nebo zčásti odstoupit. Odstoupením z tohoto důvodu se tato smlouva od počátku zcela nebo zčásti ruší a příjemce je povinen vrátit veškerou podporu nebo její část.
- 8) Příjemce podpory je povinen vrátit poskytovateli poskytnutou podporu nebo její část, pokud je příjemci známo, že Projekt nedokončí. Příjemce je povinen tento svůj záměr oznámit poskytovateli bezprostředně poté, co bude mít objektivní možnost zjistit, že Projekt nebude možné realizovat.

Článek 11 **Závazek mlčenlivosti**

- 1) Příjemce je povinen zachovávat mlčenlivost o údajích, podkladech a vnesených právech, které mu byly poskytnuty jako důvěrné a jejichž předání dalším subjektům by mohlo být pro toho, kdo je poskytl, nevýhodné. Vnesenými právy se pro účely této smlouvy rozumí poznatky a informace, které jsou vlastnictvím příjemce Projektu před uzavřením této smlouvy, nebo které příjemce získá paralelně, avšak mimo naplňování této smlouvy, a které jsou nezbytné pro řešení Projektu. K vneseným právům patří autorská práva a práva k výsledkům na základě návrhu patentu nebo jeho udělení, zlepšovacích návrhů, užitečných vzorů, průmyslových vzorů, chráněných druhů a dalších rozhodnutí nebo jinak srovnatelných ochranných opatření.
- 2) Závazek mlčenlivosti zaniká:
 - a) pokud se obsah těchto údajů, podkladů a vnesených práv stane veřejně přístupným, a to na základě jiných prací prováděných mimo rámec Projektu nebo na základě opatření, která nesouvisejí s těmito pracemi,
 - b) sdělením těchto údajů, podkladů a vnesených práv bez požadavku mlčenlivosti nebo pozdějším odvoláním požadavku mlčenlivosti těmi, kteří požadavek stanovili.
- 3) Pokud je příjemce na základě této smlouvy oprávněn předávat údaje, podklady a vnesená práva dalším osobám, je povinen zajistit, aby tyto osoby zachovávaly mlčenlivost a veškeré údaje používaly jen k účelům, k nimž jim byly předány.

Článek 12 **Poskytování informací a údajů o Projektu a jeho výsledcích**

- 1) Příjemce je povinen předávat poskytovateli úplné, pravdivé a včasné informace o Projektu a získaných poznatcích a jiných výsledcích Projektu. Za tímto účelem je Příjemce povinen postupovat podle pokynů poskytovatele a v souladu s § 31 odst. 3 zákona č. 130/2002 Sb. předávat poskytovateli požadované údaje. Současně příjemce souhlasí se zveřejňováním těchto požadovaných údajů a se zpřístupněním redakčně upravené závěrečné zprávy Projektu veřejnosti poskytovatelem. Poskytovatel předává údaje o Projektu do IS VaVal a evropských informačních systémů.
- 2) Příjemce souhlasí, že v případě, kdy jako další zdroj financování Projektu jsou finanční prostředky státního rozpočtu České republiky poskytnuté některým jiným poskytovatelem, mohou být poskytovatelem tomuto jinému poskytovateli (pokud o to požádá) sděleny údaje o Projektu, které jsou jinak považovány za důvěrné ve smyslu čl. 11 odst. 1 této smlouvy.
- 3) Pokud je předmět řešení Projektu předmětem obchodního tajemství, je příjemce povinen poskytnout konkrétní informace o Projektu a poznatcích a jiných výsledcích Projektu v takovém rozsahu a formě, aby byly zveřejnitelné. Pokud předmět řešení Projektu nebo jiné aktivity výzkumu a vývoje podléhají mlčenlivosti, stanovené příslušným zvláštním právním předpisem,

poskytovatel a příjemce poskytují informace o prováděném výzkumu, vývoji a jejich výsledcích s vyloučením těch informací, o nichž to stanoví příslušný zvláštní právní předpis.

Článek 13

Další účastníci Projektu a účast třetích stran

- 1) Příjemce je povinen poskytnout část podpory připadající na další účastníky Projektu nejpozději v prvním roce jejího poskytnutí do **20 kalendářních dnů** ode dne, kdy ji obdržel od poskytovatele a v dalších letech jejího poskytování do **30 kalendářních dnů** ode dne, kdy ji obdržel od poskytovatele.

Článek 14

Výsledky a jejich využití

- 1) Práva k výsledkům a jejich využití se řídí ustanovením § 16 zákona 130/2002 Sb.
- 2) Příjemce je povinen zajistit, aby výsledky, k nimž má vlastnická práva a které mohou být využity, byly přiměřeně a účinně chráněny a využít je nebo umožnit jejich využití při respektování nezbytné ochrany vlastnických a uživatelských práv k výsledkům a mlčenlivosti podle zvláštních právních předpisů.
- 3) Výsledky, které nelze chránit podle zvláštních právních předpisů nebo nejsou předmětem obchodního tajemství, jiného tajemství nebo utajovanou informací podle zvláštního právního předpisu nebo mezivládních právních aktů týkajících se Programu, a současně mají publikační charakter, je příjemce podpory povinen aktivně veřejně šířit.
- 4) Příjemce je oprávněn postoupit majetková práva k výsledkům Projektu třetím osobám pouze s předchozím písemným souhlasem poskytovatele. Poskytovatel je oprávněn tento souhlas odmítnout, pokud by postoupení mělo dopad na plnění účelu smlouvy. Postoupí-li příjemce majetková práva k výsledkům Projektu třetím osobám, zajistí odpovídajícími opatřeními nebo smlouvami, aby jeho závazky přešly na nového nositele majetkových práv k výsledkům Projektu tak, aby byly zajištěny zájmy poskytovatele vyplývající z této smlouvy.

Článek 15

Práva k majetku

Práva k majetku pořízenému nebo částečně pořízenému z podpory poskytnuté na řešení Projektu se řídí § 15 zákona č. 130/2002 Sb. Příjemce, který je vlastníkem tohoto majetku, není oprávněn bez souhlasu poskytovatele s tímto majetkem disponovat⁴ ve prospěch třetí osoby po celé období řešení Projektu.

Článek 16

Odpovědnost za škodu

Poskytovatel nenese odpovědnost za jednání nebo naopak nečinnost příjemce. Poskytovatel žádným způsobem neodpovídá za nedostatky výrobků nebo služeb, které spočívají na poznatcích dosažených v rámci Projektu.

4) tj. nejsou oprávněni bez souhlasu poskytovatele tento majetek zcizit, pronajmout, půjčit, zapůjčit či zastavit.

Článek 17 **Spory smluvních stran**

Spory smluvních stran vznikající z této smlouvy a v souvislosti s ní budou řešeny podle obecně závazných právních předpisů.

Článek 18 **Závěrečná ustanovení**

- 1) Tato smlouva se uzavírá na dobu řešení Projektu a následující období potřebné pro vyhodnocení výsledků řešení Projektu, včetně vypořádání poskytnuté podpory podle zákona č. 218/2000 Sb., ne však na dobu delší než 180 dnů ode dne ukončení řešení Projektu.
- 2) Tato smlouva nabývá platnosti dnem podpisu poslední ze smluvních stran a účinnosti dnem jejího zveřejnění v registru smluv podle zákona o registru smluv. Změny této smlouvy mohou být prováděny pouze dohodou smluvních stran formou písemných vzestupně číslovaných dodatků, podepsanými oprávněnými zástupci smluvních stran.
- 3) Právní vztahy, které nejsou touto smlouvou přímo upravené, se řídí rozpočtovými pravidly, zákonem č. 130/2002 Sb., zákonem č. 500/2004 Sb., zákonem č. 89/2012 Sb., občanský zákoník ve znění pozdějších předpisů a dalšími souvisejícími zvláštními právními předpisy.
- 4) Nedílnou součástí této smlouvy je:
 - a) Příloha I – Schválený návrh Projektu,
 - b) Příloha II – Uznané náklady a finanční zdroje Projektu,
 - c) Příloha III – Plán hodnocení Projektu,
 - d) Příloha IV – Tabulka snížených odvodů za porušení rozpočtové kázně
- 5) Poskytovatel zajistí uveřejnění smlouvy a metadat smlouvy v registru smluv včetně případných oprav uveřejnění s tím, že nezajistí-li poskytovatel uveřejnění smlouvy nebo metadat smlouvy v registru smluv ve lhůtě 30 dnů ode dne uzavření smlouvy, pak je oprávněn zajistit jejich uveřejnění příjemce ve lhůtě 3 měsíců ode dne uzavření smlouvy.
- 6) Příjemce souhlasí s uveřejněním celého obsahu smlouvy vyjma informací, které nelze poskytnout při postupu podle předpisů upravujících svobodný přístup k informacím.
- 7) Smluvní strany souhlasně prohlašují, že si tuto smlouvu řádně přečetly, jejímu obsahu porozuměly, nejsou jim známy žádné důvody, pro které by tato smlouva nemohla být řádně plněna nebo které by způsobovaly její neplatnost, a že tato smlouva je projevem jejich vážné vůle, což stvrzují svými podpisy.

Za poskytovatele:

V Praze dne:

Mgr. Jana Kolaříková
vedoucí oddělení řízení
mezinárodních programů VaVal

Razítko:

Za příjemce:

V dne:

Ing. Jiří Plešek, CSc.
ředitel

Razítko:

Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy
č. j. MSMT-37785/2019-2

Identifikační kód
LTAUSA19036

Příloha I smlouvy
Schválený návrh projektu

Návrh projektu

Podprogram:	INTER-ACTION	Identifikační kód projektu:	LTAUSA19
-------------	---------------------	-----------------------------	----------

Název projektu
Pokročilý experimentální výzkum synchronního a nesynchronního kmitání lopatek

Doba řešení projektu:	01. 11. 2019 – 31. 12. 2022
-----------------------	------------------------------------

Příjemce		Razítko:
Název organizace:	Ústav termomechaniky AV ČR, v.v.i.	
Jméno řešitele:	Ing. Jan Lepičovský, DrSc.	
Statutární zástupci:	Datum:	
	Podpisy: _____ Ing. Jiří Plešek, CSc., ředitel	
Motivační účinek:	Statutární zástupce výše uvedeného subjektu dále prohlašuje, že nebyly zahájeny příslušné činnosti v oblasti VaVal na projektu (s výjimkou studie proveditelnosti) před podáním návrhu projektu (žádosti o podporu). Statutární zástupce dále souhlasí, že data obsažená v dokumentaci k projektu budou předmětem hodnocení podle kap. 4 zadávací dokumentace.	

Další účastník projektu		Razítko:
Název organizace:	Technická univerzita v Liberci	
Jméno dalšího řešitele:	doc. Ing. Petr Šidlof, Ph.D.	
Statutární zástupci:	Datum:	
	Podpisy: _____ doc. RNDr. Miroslav Brzezina, CSc., rektor	
Motivační účinek:	Statutární zástupce výše uvedeného subjektu dále prohlašuje, že nebyly zahájeny příslušné činnosti v oblasti VaVal na projektu (s výjimkou studie proveditelnosti) před podáním návrhu projektu (žádosti o podporu). Statutární zástupce dále souhlasí, že data obsažená v dokumentaci k projektu budou předmětem hodnocení podle kap. 4 zadávací dokumentace.	

	Razítko:
--	-----------------

Další účastník projektu		
Název organizace:		
Jméno dalšího řešitele:		
Statutární zástupci:	Datum: Podpisy: _____ Jméno a funkce statut. orgánu/ů	
Motivační účinek:	<i>Statutární zástupce výše uvedeného subjektu dále prohlašuje, že nebyly zahájeny příslušné činnosti v oblasti VaVal na projektu (s výjimkou studie proveditelnosti) před podáním návrhu projektu (žádosti o podporu). Statutární zástupce dále souhlasí, že data obsažená v dokumentaci k projektu budou předmětem hodnocení podle kap. 4 zadávací dokumentace.</i>	

Další účastník projektu		Razítko:
Název organizace:		
Jméno dalšího řešitele:		
Statutární zástupci:	Datum: Podpisy: _____ Jméno a funkce statut. orgánu/ů	
Motivační účinek:	<i>Statutární zástupce výše uvedeného subjektu dále prohlašuje, že nebyly zahájeny příslušné činnosti v oblasti VaVal na projektu (s výjimkou studie proveditelnosti) před podáním návrhu projektu (žádosti o podporu). Statutární zástupce dále souhlasí, že data obsažená v dokumentaci k projektu budou předmětem hodnocení podle kap. 4 zadávací dokumentace.</i>	

1 Identifikační údaje

1.1 Název projektu

Pokročilý experimentální výzkum synchronního a nesynchronního kmitání lopatek

1.2 Anotace projektu

Samovolně vybuzené kmitání lopatek energetických turbín a kompresorů leteckých motorů, zvané lopatkový flutter, vede k únavovým lomům lopatek se všemi katastrofickými důsledky pro stroj i okolí. Lopatkový flutter není novým jevem, ale přes veškerou snahu nebyl doposud původ tohoto problému spolehlivě vysvětlen a vyřešen. V praxi se toto nebezpečné rozkmitávání lopatek zatím obchází tak, že se vymezují oblasti pracovní charakteristiky a provozní režimy, ve kterých se stroj nesmí provozovat. Problémy s lopatkovým flutterem se téměř pravidelně vrací s každým nově konstruovaným výkonnějším turbostrojem. Pro nově konstruované lopatkové stroje v blízké budoucnosti se tento problém stane ještě závažnější, protože budou často nuceny pracovat mimo návrhový režim v daleko širší oblasti pracovní charakteristiky než doposud.

Složitost výzkumu lopatkového flutteru je zcela nad rámec jednotlivých výzkumných organizací a nezbytně vyžaduje úzkou vzájemnou spolupráci specializovaných pracovišť. V předkládaném projektu se na základě podepsaného memoranda o spolupráci spojuje do společného výzkumu Ústav Termomechaniky Akademie věd ČR a Pratt School of Engineering, Duke University. Tato úzká spolupráce je založena na vzájemně se doplňujících expertízách a specializacích obou pracovišť. Unikátní vysokorychlostní zařízení ÚT AV ČR v Novém Kníně bude experimentální základnou projektu. Na druhé straně Duke University přinese do programu nutnou teoretickou základnu a široké spektrum výpočetní techniky a metodik pro řešení tohoto složitého nestacionárního aeroelastického jevu.

Hlavním cílem projektu je vývoj nových metodik pro experimentální výzkum flutteru v transsonických lopatkových mřížích a výzkum příčin a mechanismů vedoucích k jeho vzniku. V experimentální části, za kterou bude odpovědná česká strana, proběhnou nejprve měření na stacionární, nepohyblivé lopatkové mříži v oblasti vysokých subsonických až transsonických režimů proudění. Experimentální data z těchto měření poslouží jednak jako základní validace pro numerické modely proudění vyvíjené na Duke University, jednak pro testování nových metodik měření (tlakové snímače instalované uvnitř lopatky a sonda s děleným filmem v úplavu). Poté se přistoupí k měřením v mříži s kmitající lopatkou, kde bude cílem zjistit, jakým způsobem ovlivňuje kmitání lopatky tlakové zatížení na okolních lopatkách a jaké mohou být mechanismy buzení postupné vlny procházející reálným lopatkovým kolem. Pozornost bude věnována i korelaci mezi signálem v úplavu a daty ze snímačů zabudovaných přímo v lopatce. Předpokladem pro uskutečnění experimentů bude konstrukce a výroba zkušební lopatkové mříže a její osazení snímači, návrh a realizace pohonného mechanismu, návrh, naprogramování a odzkoušení elektrického pohonu, kalibrace sond s děleným filmem. Lopatková mříž bude umístěna ve stávajícím měřicím prostoru vysokorychlostního aerodynamického tunelu, který bude také vyžadovat jisté úpravy. Průběh a plánování experimentů budou probíhat v součinnosti s Duke University.

Na základě výsledků měření bude sestavena databáze pro stanovení budící funkce lopatkového flutteru pomocí metody příčinkových součinitelů. Výsledky měření tlakového obtížení profilů a signálů z úplavu za kmitající lopatkovou mříží budou systematicky analyzovány za účelem zjištění korelací. Výsledky budou průběžně porovnávány s výsledky numerických simulací realizovaných na Duke University a konzultovány s jejich odborníky.

1.3 Soutěž

VES19_{USA}

1.4 Program

INTER-EXCELLENCE

1.5 Podprogram

INTER-A(CTION)

1.6 Převažující kategorie výzkumu

Projekt je převážně zaměřen na orientovaný základní výzkum. Cílem je získání nových vědomostí o základních principech jevů. Výstupy projektu nejsou primárně zaměřeny na uplatnění v praxi.

2 Představení projektu

2.1 Představení řešení projektu

Požadavky na udržitelný rozvoj a ochranu životního prostředí vyvolávají potřebu energetických úspor formou snižování spotřeby a vývoje stále účinnějších metod výroby energie. V případě tepelných a jaderných elektráren výroba šetrná k životnímu prostředí vyžaduje co nejvyšší účinnost velkých energetických turbín. Zvyšování účinnosti turbín si vynucuje vývoj nových ultra dlouhých a štíhlých turbínových lopatek, které jsou provozovány při transsonických až supersonických rychlostech proudění. Dlouhé a štíhlé lopatky zejména posledních nízkotlakých stupňů parních turbín jsou velmi náchylné k samobuzenému kmitání vlivem proudění, tzv. lopatkovému flutteru, který může vést až k lomu lopatek s potenciálně katastrofickými důsledky (Mergele, 2014). Identický problém vyvstává i u kompresorů plynových turbín a velkých leteckých motorů.

V případě energetických turbín je problém flutteru vyvoláván mimo jiné rostoucími požadavky na zvýšení podílu obnovitelných zdrojů v celkové bilanci energetické produkce. Výkon jak slunečních, tak větrných energetických generátorů kolísá, a to následně vyžaduje adekvátně rychlé změny i ve výkonu klasických energetických zařízení. Velké energetické turbíny tak budou nuceny pracovat velmi často v nenávrhových bodech pracovní charakteristiky, tedy mimo podmínky, pro které jsou dlouhé a štíhlé turbínové lopatky stavěny. V případě kompresorů, a to zejména dmychadel leteckých motorů, je narůstající závažnost lopatkového flutteru a lomů vyvolána změnami provozních podmínek v důsledku častějšího spouštění, vzletů a odstavování motorů při letech mezi narůstajícím počtem ne příliš vzdálených regionálních letišť.

Tomuto závažnému a z velké části dosud neprozkoumanému problému je nutné věnovat soustředěné výzkumné úsilí, a to jak po stránce teoretické tak i experimentální. Složitost tohoto výzkumu je zcela nad rámec jednotlivých výzkumných organizací a nezbytně vyžaduje úzkou vzájemnou spolupráci specializovaných pracovišť.

2.2 Představení zahraničního partnera

V současné době existuje ve světě pouze několik institucí zaměřených na výzkum transsonického flutteru turbostrojů, a to převážně z hlediska teoretického a výpočetního přístupu. Jednou z vedoucích institucí v tomto oboru je Duke University Pratt School of Engineering in Durham, North Carolina v U.S.A, která se zabývá zejména numerickým modelováním lopatkového flutteru. Výzkum teorie a matematické modelování však musí být založen na spolehlivých a dostatečně přesných experimentálních datech. Doposud naprostá většina dostupných experimentálních dat byla získávána z vysoce specializovaného zkušebního zařízení ve výzkumném středisku NASA Glenn Research Center, Cleveland, Ohio. Toto zařízení je však nyní z technologických důvodů dlouhodobě mimo provoz. Ředitel předkládaného projektu, Dr. Lepičovský, byl po 10 let vedoucím zodpovědným pracovníkem pro výzkumné úkoly a provoz tohoto zařízení, dlouhodobě spolupracoval s Duke University a byl aktivní v GUIde Consortium, což je sdružení výzkumných pracovníků v oboru flutteru z předních světových výzkumných institucí a výrobců turbostrojů (NASA Glenn, NASA Marshall, ANSYS, Doosan, General Electric, Honeywell, IHI, Mitsubishi-Hitachi, Pratt & Whitney, Rolls-Royce, Safran, Siemens Energy). Ředitel tohoto sdružení, prof. Kielb z Duke University, se obrátil na Ústav termomechaniky Akademie věd ČR (ÚT AV ČR) s nabídkou spolupráce v tomto úzce specializovaném, neprobádaném, ale důležitém oboru.

2.2.1 *Název* instituce/organizace zahraničního partnera

Duke University, Durham, North Carolina, U.S.A.

2.2.2 Jméno a příjmení odpovědného zahraničního řešitele

prof. Robert (Bob) Kielb

2.2.3 Pracoviště zahraničního partnera

Duke University, Pratt School of Engineering

2.2.4 Adresa pracoviště zahraničního partnera

Mechanical Engineering and Materials Science
Duke University Pratt School of Engineering
Box 90300 Durham, North Carolina 27708
U.S.A.

2.2.5 Internetová adresa pracoviště/organizace zahraničního partnera

<https://mems.duke.edu/research/acoustics-aerodynamics-and-aeroelasticity>
<https://mems.duke.edu/faculty/bob-kielb>
<https://aeromech.pratt.duke.edu/contact>

2.2.6 Role zahraničního partnera v projektu

V Memorandum of Understanding mezi Duke University a ÚT AV ČR (viz příloha 8.2) se navrhuje rozdělení úloh společného výzkum lopatkového flutteru mezi obě instituce tak, že ÚT AV ČR se specializuje na experimentální stránku výzkumu a Duke University na teoretickou a výpočetní problematiku.

2.2.7 Zdůvodnění mezinárodní spolupráce

Vzhledem ke koncentraci výzkumných a vývojových kapacit z oblasti turbostrojů a výrobců velkých leteckých motorů a energetických strojů je v USA výzkum aeroelastických dějů v lopatkových strojích na velmi vysoké úrovni. Duke University patří k předním severoamerickým pracovištím v oblasti výpočetního řešení lopatkového flutteru. Ve světě však existuje pouze několik pracovišť disponujících experimentálním zařízením pro výzkum této problematiky, a relevantních experimentálních dat z oblasti transsonického lopatkového flutteru je velký nedostatek. V laboratoři ÚT AV ČR v Novém Kníně jsou dvě vysokorychlostní aerodynamické tratě, které je možné s poměrně mírnými náklady upravit na zkušební zařízení pro experimentální výzkum lopatkového flutteru. Ve spolupráci s Technickou univerzitou v Liberci (TUL) už zde v minulosti probíhal výzkum flutteru při subsonických rychlostech proudění (Šidlof, 2016). Navrhovaný výzkum, založený na nejmodernějších experimentálních metodikách, zajistí širší možnosti výzkumu lopatkového flutteru ve vysokých subsonických až transsonických režimech proudění, než byly možnosti dnes už poněkud zastaralého zkušebního zařízení v NASA GRC.

Navrhovaná spolupráce je jedinečnou příležitostí, aby se ÚT AV ČR zařadil jako rovnocenný partner mezi světové výzkumné instituce v tomto náročném oboru s narůstající důležitostí pro vývoj budoucích energetických zařízení a leteckých motorů.

2.2.8 Zdůvodnění potřeby spolupráce s konkrétním zahraničním partnerem



Projekt navazuje na předchozí dlouholetou spolupráci mezi prof. Kielbem a Dr. Lepičovským z dob jeho působení v NASA Glenn Research Center. Prof. Kielb z Duke University se dlouhodobě věnuje výpočetnímu modelování lopatkového flutteru (Salas et al., 2019, Besem & Kielb, 2017, Besem et al. 2016, Waite & Kielb 2015, ...) a výzkumná skupina Acoustics, Aerodynamics and Aeroelasticity na Duke University, jejímž je členem, má enormní zájem o experimentální data získaná při měření transsonických lopatkových mříží na ÚT AV ČR pro validaci svých výpočtů. Prof. Kielb je zároveň ředitelem mezinárodního konsorcia GULde.

3 Rámec projektu

3.1 Účel projektu

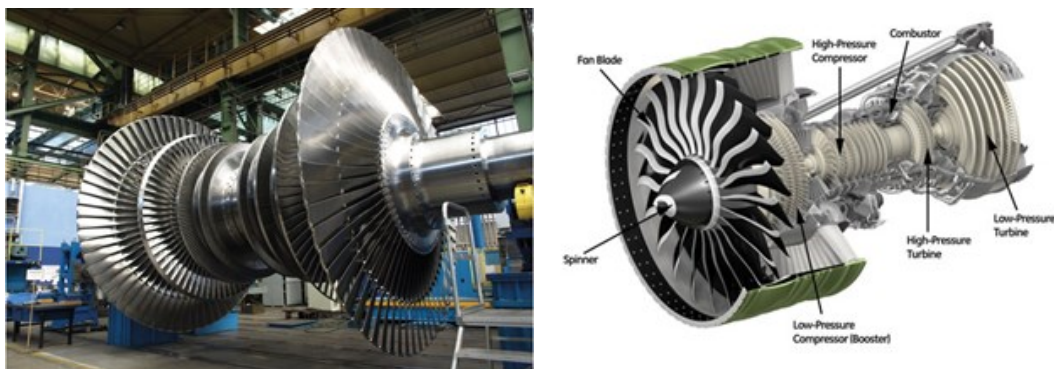
Hlavním účelem připravovaného společného projektu v rámci podepsaného memoranda o spolupráci mezi Ústavem termomechaniky AV ČR a Duke University, U.S.A. je porozumět příčinám vzniku intenzivního kmitání transsonických lopatek turbostrojů (lopatkovému flutteru) a umožnit tak vývoj metodiky k potlačení tohoto nebezpečného pracovního režimu.

3.1.1 Naplnění cílů programu/podprogramu (jakým způsobem projekt přispívá k naplnění cílů programu INTER-EXCELLENCE, podprogramu INTER-ACTION).

Díky realizaci navrhovaného projektu v podprogramu INTER-ACTION dojde k výraznému rozvoji spolupráce mezi předním českým pracovištěm v oblasti experimentálního výzkumu proudění v lopatkových strojích, Ústavu termomechaniky AV ČR (ÚT AV), a špičkovým americkým pracovištěm v oblasti výpočetního modelování stejné problematiky, Duke University. ÚT AV a FM TUL budou mít zároveň možnost účastnit se aktivit mezinárodního konsorcia GUIde, jehož ředitelem je řešitel amerického partnera prof. Robert Kielb. Tím vznikne velký potenciál pro další spolupráci s partnery po celém světě - transsonický flutter je velmi aktuálním problémem a ÚT AV je schopen s relativně malými náklady poskytnout unikátní experimentální data.

3.1.2 Potřebnost a aktuálnost projektu (popis řešeného problému, jeho současného stavu, navrhovaného výzkumu a jeho inovativnosti a potřebnosti včetně způsobu řešení a předpokládaných dosažených vědeckých a socioekonomických výsledků určených k využití).

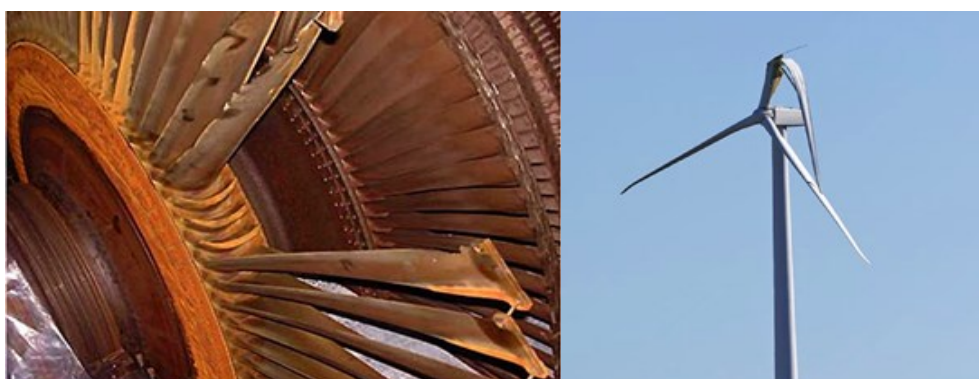
Pokrok ve zvyšování účinnosti a výkonu turbostrojů při současném omezování růstu jejich hmotnosti vyžaduje vývoj delších, štíhlejších a lehčích lopatek s větším tlakovým zatížením a zvýšeným namáháním, což vede ke snížené odolnosti lopatek vůči aeroelastickému kmitání. Samobuzené aeroelastické vysokofrekvenční kmitání lopatek provozovaných turbostrojů, obecně zvané flutter, je v současné době nejobtížněji řešitelným konstrukčním problémem nově vyvíjených energetických strojů a motorů z hlediska zaručení jejich bezpečnosti a provozní spolehlivosti. Samobuzený flutter lopatek posledních stupňů velkých parních a plynových turbín anebo lopatek dmýchadel obtokových leteckých motorů (Obr. 1) a lopatek prvních stupňů axiálních kompresorů vede mnohdy až k úplnému lomu lopatek se všemi katastrofickými důsledky (Obr. 2). Hrozba vysokofrekvenčního únavového lomu lopatky samozřejmě výrazně omezuje životnost a provozní spolehlivost lopatkových strojů. Odhaduje se, že v případech velkých leteckých motorů je 90% všech potenciálních problémů s vysokocyklovými únavovými lomy lopatek vyřešeno během vývojových zkoušek a testů. Zbývajících 10% nepostihnutých a tedy nevyřešených problémů však později spotřebuje 30% celkových vývojových a konstrukčních nákladů a způsobuje 25% všech pozdějších provozních problémů již vyvinutého motoru v provozu (El-Aini et al, 1997, Fransson & Vogt, 2013).



Obr. 1: Nízkotlaký stupeň parní turbíny Jaderné elektrárny Temelín (vlevo). Lopatky dmychadla obtokového leteckého motoru GE90 pro letoun Boeing 777 (vpravo).

Problém flutteru lopatek turbostrojů není novým jevem. U parních turbín se únavové lomy lopatek začaly objevovat dokonce již od třicátých let minulého století. Letecké proudové motory se potýkají s problémy únavových lomů lopatek od masového zavedení proudových motorů do provozu v padesátých letech minulého století (Platzer, 1982). Ukazuje se však, že přes veškerou snahu nebyl tento dlouhodobý problém s flutterem lopatek doposud spolehlivě vyřešen a problémy s flutterem se vrací téměř pravidelně s každým nově konstruovaným výkonnějším turbostrojem. U proudových motorů je motivací snaha po snížení hmotnosti a spotřeby stroje. U elektrárenských turbín jde o zvyšování výkonu zvětšováním výstupního průtočného průřezu. Výsledkem jsou v obou případech delší a štíhlejší lopatky, které jsou náchylnější k samobuzenému flutteru (McBean et al., 2005).

Současné problémy s integritou lopatek lze shrnout do tří kategorií: jsou to únavové lomy starých lopatek; dále lomy nově navrhovaných lopatek v důsledku vysokocyklové únavy, a konečně lomy lopatek po přelopatkování stroje novými lopatkami, ale s neodpovídajícím frekvenčním laděním. Hlavní příčinou všech těchto problémů je lopatkový flutter. Stojí za povšimnutí, že problémy flutteru a s tím spojená destrukce lopatek se nevyhýbají ani nízkootáčkovým větrným turbínám (Obr. 2).



Obr. 2: Katastrofický lom lopatek v turbíně (vlevo) a lom lopatky větrné turbíny (vpravo).

Problémem moderních velkopřůměrových turbostrojů je přítomnost neodtrhového transsonického a nebo supersonického flutteru. K intenzivnímu kmitání lopatek dochází i při provozu stroje v návrhových podmínkách, nikoliv jenom při provozu v okrajových oblastech pracovní charakteristiky tak, jak je tomu v případě odtrhového flutteru. Skutečnost, proč dochází k vybuzení flutteru v návrhových podmínkách, není doposud jednoznačně vysvětlena a experimentálně objasněna. Například u posledních stupňů parních turbín velkého výkonu pracuje horní část ultra dlouhé a štíhlé lopatky v nadzvukovém proudění. To znamená, že v určité výšce lopatky existuje oblast, kde se mění režim proudění z transsonického (tj. subsonický vstup a supersonický výstup) na supersonický (tj. supersonický vstup i výstup). Je možné, že počátečním impulsem neodtrhového supersonického flutteru dlouhých štíhlých lopatek je právě nestabilita proudu v této přechodové oblasti proudění okolo lopatky (Im & Zha, 2013).

V České republice je problematika flutteru lopatkových mříží při podzvukových rychlostech řešena na Západočeské univerzitě v Plzni, se zaměřením výhradně na turbíny. Ve světě existuje pouze několik vysoce specializovaných zkušebních zařízení schopných alespoň přibližně modelovat podmínky vzniku a přetrvávání flutteru lopatek v reálných turbostrojích. Vysokofrekvenční flutterové kmitání segmentů lopatek je vynucováno buď elektromagnetickými nebo mechanickými náhony a to až do frekvence 500 Hz, tedy v plném rozsahu vlastních frekvencí lopatek soudobé konstrukce. Mezi tři přední takto vybavená pracoviště patří laboratoře EPFL Lausanne ve Švýcarsku (Rottmeier, 2003), KTH Stockholm ve Švédsku (Vogt & Fransson, 2002) a především NASA Glenn Research Center Cleveland v Ohio, U.S.A. Hlavní řešitel navrhovaného projektu J. Lepičovský byl v letech 1999 až 2005 odpovědným za provoz a výzkum probíhající na zařízení Transonic Flutter Cascade v NASA GRC (Lepicovsky et al, 2002a, Lepicovsky et al. 2002b, Lepicovsky 2008).

Ukazuje se stále více, že řešení problému flutteru lopatek turbostrojů není pouze otázkou technologického vývoje. Pro dosažení skutečně výrazného pokroku představujícího v dané oblasti přechod na kvalitativně vyšší úroveň turbostrojů je nezbytný výzkum, zaměřený na zkoumání fyzikální podstaty jevů, které flutter způsobují. S ohledem na složitost studovaného jevu popsanou výše a různé kombinace příčin, které mohou flutter vyvolat, je pro tento výzkum nezbytné využití špičkových měřících metod a simulačních technik. Právě tento výzkum je náplní navrhovaného projektu.

3.1.3 Možnosti uplatnění výsledků projektu (včetně jejich vědeckotechnických a socioekonomických přínosů).

Porozumění příčinám a mechanismům vzniku lopatkového flutteru má dalekosáhlé důsledky pro vývoj a výrobu moderních energetických turbín a proudových motorů pro letecké aplikace. Uhlé, jaderné a plynové elektrárny v současnosti produkují cca 75 % celosvětové spotřeby elektřiny a i v následujících desetiletích budou představovat majoritní zdroje energie. V případě těchto zdrojů vyžaduje výroba cestou šetrnou k životnímu prostředí co nejvyšší účinnost velkých energetických turbín, čehož se dosahuje výrobou ultra dlouhých a štíhlých lopatek, které jsou ovšem náchylné na flutter. Testovací laboratorní zařízení a metodiky měření silového působení na mříž s kmitající lopatkou poskytnou unikátní experimentální data, která jsou pro vývoj nových turbostrojů nepostradatelná. Projekt pomůže českému výzkumnému týmu zařadit se na úroveň špičkových světových pracovišť v oblasti výzkumu lopatkového flutteru a rozvinout spolupráci s vedoucími odborníky z USA. V dlouhodobém horizontu mohou výsledky projektu přispět světovým výrobcům velkých turbín a kompresorů k vývoji nových

účinnějších turbostrojů s obrovskými důsledky na ekonomiku a environmentální aspekty výroby energie a leteckou dopravu.

3.1.4 Relevantní okruh uživatelů (trh) pro uplatnění výsledků

Primárním uživatelem výsledků tohoto projektu, kde převažuje základní výzkum, bude zejména odborná veřejnost z okruhu výzkumu vysokorychlostního proudění, aeroelasticity a experimentální aerodynamiky. První impuls ke spolupráci přišel nikoliv z české strany, ale od prof. Kielba z Duke University, který je zároveň ředitelem mezinárodního konsorcia GUIde (NASA Glenn, NASA Marshall, ANSYS, Doosan, General Electric, Honeywell, IHI, Mitsubishi-Hitachi, Pratt & Whitney, Rolls-Royce, Safran, Siemens Energy). Je tedy jasně patrné, že v dlouhodobém horizontu budou mít výsledky projektu uplatnění i v aplikovaném výzkumu a vývoji předních světových výrobců velkých turbostrojů, mezi něž patří i český Doosan Škoda Power.

3.1.5 Předpokládané krátkodobé přínosy projektu

Přínosy projektu (definujte a kvantifikujte níže):			
	počet	Impaktovaný časopis, ve kterém se předpokládá publikace výsledků	Impakt faktor časopisu
publikační výsledky v impaktovaných časopisech s kódem J_{imp} nebo v databázi Scopus s kódem J_{sc}	5	AIAA Journal, Journal of Turbomachinery, Journal of Fluids and Structures, Experiments in Fluids	1.556, 2.453, 2.434, 2.195
z toho publikační výsledky v impaktovaných časopisech s kódem J_{imp} nebo v databázi Scopus s kódem J_{sc} ve spoluautorství se zahraničním autorem, s významným podílem autorství zaměstnance uchazeče/dalšího účastníka projektu	3	AIAA Journal, Journal of Turbomachinery, Journal of Fluids and Structures, Experiments in Fluids	1.556, 2.453, 2.434, 2.195
	počet	Popis / charakterizace	
výsledky aplikovaného výzkumu s kódem P, F, G, R nebo Z	2	G - funkční vzorek (mechanismus náhonu kmitající lopatky, měřicí prostor)	
.....			
.....			
.....			

3.1.6 Zdůvodnění předpokládaných přínosů včetně kritických předpokladů (rizik) k jejich dosažení

Vzhledem k charakteru projektu, kde převažuje základní výzkum, jsou primárním krátkodobým přínosem projektu impaktované články v kvalitních vědeckých časopisech. Předpokládanými periodiky jsou AIAA Journal (American Institute of Aeronautics and Astronautics), Journal of Turbomachinery (The American Institute of Mechanical Engineers), Journal of Fluids and Structures (Elsevier) nebo Experiments in Fluids (Springer). Ve všech případech jde o časopisy, které jsou ve svém oboru špičkou a zaručují dopad na celosvětovou vědeckou komunitu. Výsledky projektu budou mít pro odborníky z

oboru velký význam a členové řešitelského týmu mají s publikacemi v těchto časopisech značné zkušenosti, a tak je u tříletého projektu hlavním rizikem dosažení těchto výsledků dlouhá doba mezi zasláním rukopisu do redakce časopisu, vícekolovým recenzním řízením a finální publikací výsledku. Z tohoto důvodu jsou publikační výstupy v časopisech plánovány zejména na poslední rok řešení projektu. Průběžné výsledky budou ale už během řešení prezentovány a publikovány v konferenčních sbornících.

Kritickým předpokladem pro realizaci projektu a dosažení deklarovaných přínosů je především podpora realizace projektu českou stranou (partnerské pracoviště v USA již má financování zajištěno). Podpora umožní alokaci lidských i materiálních zdrojů na soustředěný základní výzkum a zvýší pravděpodobnost dosažení celosvětově excelentních výsledků. Dojde k synergickému znalostnímu efektu spolupráci tří vědecko-výzkumných pracovišť a stabilizaci mezinárodního výzkumného týmu.

3.1.7 Předpokládané dlouhodobé přínosy projektu, jejich popis a kritické předpoklady (rizika) jejich dosažení

Projekt má potenciál dosáhnout velmi významných dlouhodobých přínosů, a to zejména v socio-ekonomické a environmentální oblasti, ale také významně přispět k prestiži české vědy a výzkumu a v případě úspěšné budoucí aplikace výsledků základního výzkumu také českého průmyslu

Vyvinuté experimentální zařízení, metodiky měření proudového pole a silového zatížení v kmitajících lopatkových mřížích při transsonických rychlostech proudění umožní českému řešitelskému týmu zařadit se po bok špičkových amerických i dalších světových laboratoří, které se zabývají lopatkovým flutterem. S pomocí hlavního řešitele amerického partnera lze předpokládat navázání kontaktů s dalšími výzkumníky z konsorcia GUIde. Vše dohromady potom umožní nejen publikaci další řady článků v kvalitních časopisech, ale i navázání nových kontaktů s velkými výrobci turbostrojů a start navazujících projektů aplikovaného výzkumu nebo zakázek smluvního výzkumu. Komerční využití budoucích aplikovaných výsledků (na základě poznatků předkládaného projektu) má potenciál např. výrazně zefektivnit a zlevnit výrobu energie či provoz velkých leteckých motorů a pozitivně tak ovlivnit nejen socio-ekonomickou, ale zejména environmentální oblast a přispět tak k trvale udržitelnému rozvoji.

V případě vývoje lopatek velkých energetických turbín představují jisté riziko politická rozhodnutí, která mohou vést k postupnému odklonu od velkých uhelných a jaderných elektráren k decentralizovanému systému s menšími zdroji. Ale i v tomto případě budou konvenční velké zdroje ještě desítky let představovat důležitou část energetického mixu. Kromě toho kolísavý výkon obnovitelných zdrojů povede ke zvýšenému tlaku na provoz klasických zdrojů v nenávrhových režimech, čímž bude důležitost problematiky lopatkového flutteru ještě vyšší.

Získání kontaktů a know-how v oblasti transsonického flutteru pracovníky ÚT AV a FM TUL bude mít z dlouhodobého hlediska také vliv na kvalitu a možnosti výuky zejména v doktorských, ale také magisterských studijních programech v oboru mechaniky tekutin, pružnosti a pevnosti, aeroelasticity, experimentálních metod ve vysokorychlostní aerodynamice, měření a regulaci. V tomto ohledu bude zásadní, aby kontakt s partnerem v USA navázali všichni klíčoví pracovníci projektu. Tím bude zajištěn maximální možný dopad.

3.2 Popis cílů projektu

Primárním cílem projektu je navázání spolupráce s americkým partnerem v oblasti výzkumu transsonického flutteru turbostrojů. Cílem odborné experimentální části projektu, za kterou bude zodpovídat ÚT AV a FM TUL, je provést výzkum v oboru zkušebního zařízení, pokročilých měřicích metodik a zajistit sběr nutných experimentálních dat pro vstup do vývoje teoretického a výpočetního modelu ve spolupráci s Duke University.

3.3 Etapy a výsledky projektu (Etapy mohou být roční, ale i víceleté a po dobu řešení projektu alespoň 2. V prvním a v posledním roce řešení projektu mohou být etapy i kratší než 12 měsíců)

Dílčí etapa	Výsledek	Délka etapy	Název etapy	Popis výsledku
E001	V001	11-2019 - 12-2019	Start projektu a přípravné práce	Interní zpráva
	...			
	...			
E002	V002	01-2020 - 12-2020	Sestava zkušební aerodynamické lopatkové mříže a metodika vysokorychlostního sběru aerodynamických dat	G - funkční vzorek
	V003	01-2020 - 12-2020		G - funkční vzorek
	...			
E003	V004	01-2021 - 12-2021	Měření proudového pole a tlakového zatížení lopatek	Jimp - článek v impaktovaném časopisu
	...			
	...			
E004	V005	01-2022 - 12-2022	Měření příčinkových součinitelů, vyhodnocení a publikace výsledků	Jimp - článek v impaktovaném časopisu
	V006	01-2022 - 12-2022		Jimp - článek v impaktovaném časopisu
	V007	01-2022 - 12-2022		Jimp - článek v impaktovaném časopisu
	V008	01-2022 - 12-2022		Jimp - článek v impaktovaném časopisu

Etapa řešení E001

3.3.1 Identifikační číslo etapy

E001

3.3.2 Název etapy

Start projektu a přípravné práce

3.3.3 Popis etapy

Návrh na předkládaný projekt vznikl na základě předchozí víceleté spolupráce vědeckých pracovníků Duke University s řešitelem tohoto projektu z doby, kdy Dr. Lepičovský byl vedoucím pracovníkem pro experimentální výzkum flutteru ve středisku NASA Glenn RC, Cleveland, OH, U.S.A. V laboratoři ÚT AV v Novém Kníně je špičkový aerodynamický tunel s podstatně větším měřicím prostorem a pracovním rozsahem, než má zařízení Transonic Flutter Cascade v NASA Glenn RC, které navíc je v současné době z technologických důvodů mimo provoz. V předkládaném projektu je řada inovací z hlediska pohonu lopatek a instrumentace lopatek, které dále zvětší experimentální možnosti zkušebního zařízení ÚT AV. Na základě těchto skutečností požádal prof. Kielb z Duke University o spolupráci s ÚT AV s návrhem, podle kterého se ÚT AV a FM TUL zaměří na experimentální stránku výzkumu flutteru a Duke University zajistí teoretickou a výpočetní metodiku. V první etapě projektu bude závazně upřesněn podrobný plán a časový harmonogram projektu a realizovány první přípravné práce týkající se konstrukce mechanismu náhonu lopatky, měřicí sekce, elektrických pohonů a jeho řízení.

3.3.4 Termíny řešení etapy

- Zahájení řešení etapy: **11/2019**
- Ukončení řešení etapy: **12/2019**

3.3.5 Cíle etapy, výsledky etapy, jejich název a popis (min. ½ A4)

Cílem této první krátké etapy, která bude probíhat pouze dva měsíce roku 2019, je nastartování, detailní organizace, rozdělení úkolů a první přípravné práce na projektu. Projektový tým se sejde, podrobně a specificky naplánuje činnosti na dva měsíce roku 2019 a celý rok 2020. Stávající návrhy mechanismu náhonu budou diskutovány s konstruktéry a po důkladném zvážení všech aspektů (tuhost mechanismu, posun vlastních frekvencí co do nejvyššího pásma, možnost instalace snímačů do modelů lopatek, průchodky a konstrukční uspořádání v aerodynamickém tunelu, detaily konstrukce bočnic a odsávání apod.) bude proveden první realizační návrh mechanismu. Obdobné přípravné práce proběhnou z hlediska elektrického pohonu servomotorem, jeho kontroléru a ovládání z PC. Budou kontaktováni potenciální dodavatelé jednotlivých částí a získány aktualizované cenové nabídky. Nelze očekávat, že výsledkem této krátké dvouměsíční etapy by mohla být publikace. Výsledky všech přípravných prací budou shrnuty v krátké interní zprávě (výsledek V001), která sice nevstupuje do RIV, ale bude pro výzkumný tým představovat důležitý souhrn informací a zároveň může sloužit pro účely kontroly projektu.

3.3.6 Formy výsledků podle struktury databáze RIV v etapě řešení E001 (identifikace výsledků s přihlédnutím ke kritériím splnění cílů programu INTER-EXCELLENCE – kap. 9 – znění textu programu)

Druh výsledku RIV	Předpokládaný počet
-------------------	---------------------

-	-

Etapu řešení E002**3.3.1 Identifikační číslo etapy**

E002

3.3.2 Název etapy

Sestava zkušební aerodynamické lopatkové mříže a metodika vysokorychlostního sběru aerodynamických dat

3.3.3 Popis etapy

Zkušební aerodynamická lopatková mříž bude navržena a postavena na základě přijatého plánu spolupráce mezi ÚT AV a Duke University; tento plán bude definitivně schválen v první etapě po zahájení tohoto projektu (E001). Podle předběžné dohody bude mít zkušební mříž charakter typického profilu transsonického kompresoru. Zkušební mříž bude sestávat ze tří nebo pěti lopatek. Definitivní rozhodnutí o počtu lopatek v mříži závisí na tvaru zvoleného profilu, respektive maximální tloušťce profilu tak, aby bylo možné zabudovat miniaturní tlakové převodníky do tělesa lopatky. Zde je nutné zdůraznit, že cílem experimentu není vyšetřovat charakteristiku lopatkové mříže z hlediska účinnosti a uniformity výstupního proudového pole. K takovému účelu by mříž s malým počtem lopatek nevyhovovala. Účelem projektu je vyšetřit vzájemnou silovou vazbu mezi tlakovými poli kmitající a nekmitající sousední lopatky a pro tento účel plně postačí i mříž složená pouze ze tří lopatek. Pětilopatková mříž dovolí vyšetřit i sekundární vlivy na vzdálenější lopatku.

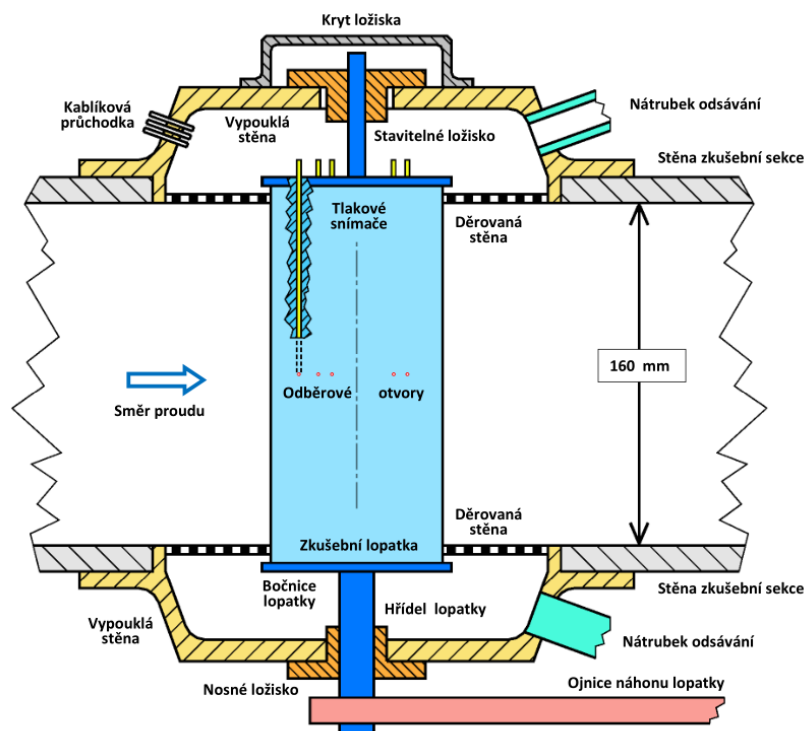
Pro měření budou adaptovány stávající měřicí prostory, které musí umožnit dosažení požadovaných parametrů proudu. Z důvodu minimalizace vlivu bočních stěn na proudové pole v lopatkových mřížích musí být měřicí prostor vybaven odsáváním bočních stěn v mezilopatkových kanálech měřeného modelu (Obr. 3). Dále je nutné eliminovat odrazy rázových vln od horní či dolní stěny vstupního nebo výstupního kanálu. Toho bude dosaženo užitím stavitelných perforovaných stěn na výstupu z lopatkové mříže a odsávaných stěn ve vstupním kanálu.

Přípravné práce a zkušební měření v této etapě se uskuteční v tzv. modulárním aerodynamickém tunelu v laboratoři ÚT AV. Tento tunel umožňuje lepší přístup a vzhledem k menšímu vytížení je vhodnější pro odladění metodiky experimentů.

Další inovací v předkládaném projektu je instalace nového způsobu pohonu kmitání lopatek. Namísto těžkopádného mechanického pohonu všech lopatek v mříži současně v zařízení NASA Glenn RC bude mít lopatka v laboratoři ÚT samostatný a jednoduchý náhon řízený počítačem. Mechanismus bude poháněn dostatečně výkonným servomotorem, který bude otáčet setrvačником s excentricky umístěným čepem. Čep se bude pohybovat v drážce ramene, které bude pevně spojenou s poháněnou lopatkou a bude ji cyklicky natáčet o požadovaný úhel. Toto uspořádání umožní snadnou a rychlou změnu frekvence i amplitudy nucených kmitů. Pohon bude realizován s pomocí servomotoru s real time

PLC řízením. Zásadní výhodou tohoto řešení je budoucí rozšiřitelnost a flexibilita co do možnosti řízení jednotlivých os, možnost vzájemné synchronizace více os v režimu master-slave, včetně změn angulárních offsetů nebo dokonce vzájemné zdvihové synchronizace pomocí elektronické vačky. Výše uvedené postupy lze aplikovat i na jedné fyzické ose, při využití vestavěného virtuálního mastera. Díky vstupům a výstupům systému se standardním rozhraním je možná pružná výměna dat a snadná synchronizace s dalším měřicím vybavením v rámci navrženého experimentálního pracoviště.

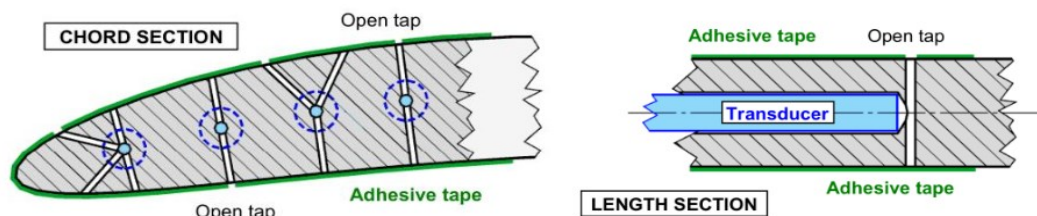
Pro experimenty v tomto projektu bude sice vynucováno kmitání pouze jediné lopatky, ale nový způsob pohonu umožní experimenty s fázově posunutým kmitáním více lopatek pro simulaci postupové flutterové vlny. K takovému režimu flutteru dochází v reálných turbostrojích, ale zatím celosvětově není veřejně známé žádné aerodynamické zkušební zařízení schopné plně realistické simulace tohoto jevu.



Obr. 3: Uložení lopatky v aerodynamickém tunelu, odsávání mezní vrstvy děrovanou segmentovou stěnou a umístění tlakových snímačů

K dosažení cíle projektu je naprosto nezbytné, aby alespoň jedna lopatka byla instrumentována miniaturními tlakovými převodníky pro okamžitou registraci dynamiky tlakového obtížení, ať už lopatky kmitající nebo pevné. Tento náročný úkol bude vyřešen zcela unikátním a velice úsporným způsobem, doposud nepoužitým v žádném známém zkušebním zařízení. Jak je demonstrováno na Obr. 3 a 4, na místo permanentního zabudování nákladných převodníků pouze do několika míst v lopatce, tak jak je současná praxe v NASA Glenn RC, se použijí snímače modifikované podle našeho návrhu, které budou jednak vyjímatelné a za druhé mohou registrovat tlak z více odběrových míst na povrchu lopatky. Samozřejmě, že vícenásobný odběr tlaku nemůže být simultánní. Celý profil lopatky se před měřením opakovaně povlékne tenkou adhezí folií a vždy se uvolní pouze zvolený přijímací otvor na povrchu lopatky. Nebude tedy nutné přemísťovat tlakové převodníky. Toto úsporné a inovační uspořádání dovolí

nejen zvýšit počet odběrových otvorů, ale krátké přívodní kanálky umožní měření i v místech profilu příliš tenkých pro zabudování celého převodníku.



Obr. 4: Instrumentace lopatky - umístění snímačů tlaku a zaslepitelné přívodní kanálky

Po sestavení lopatkové mříže s instrumentovanými lopatkami včetně pohonu aktivní lopatky bude provedeno aerodynamické ověření proudového pole celé zkušební sekce traverzováním jak tlakovou tak i termo-anemometrickou sondou s děleným filmem. Proudové pole bude vyladěno odsáváním mezní vrstvy stěn tunelu tak, aby byly dosaženy parametry plně srovnatelné s podmínkami v reálných turbostrojích. Aerodynamické parametry výsledného proudového pole budou vstupem pro výpočetní model připravovaný na Duke University.

Spolehlivé měření aerodynamických dat v proudu vzduchu s kmitající lopatkou o vysoké frekvenci vyžaduje simultánní sběr dat z řady senzorů jak analogových tak i digitálních, se vzájemně nezávislými frekvenčními charakteristikami a rozdílnou úrovní výstupních signálů. Je nutné registrovat stacionární data udávající provozní nastavení transsonického tunelu, to je polohy regulačních orgánů, tlaku a teplot podél zkušební tratě. Odběrová množství vzduchu z odsávání stěnové mezní vrstvy z různých sekcí trati musí být rovněž průběžně měřena. Zásadní pozornost musí být upřena na frekvenční charakteristiky aerodynamických sond, ať už tlakových s vestavěnými miniaturními převodníky, nebo sond termodynamických. Totéž platí pro tlakové převodníky zabudované do tělesa kmitající lopatky. Analogové signály těchto sond se zesílí a budou vzorkovány analogo-digitálními převodníky s frekvencí 50 kHz a vyšší tak, aby byl dosažen minimální počet individuálních záznamů během každého kmitu lopatky a příslušné odezvy v úplavu za lopatkou. Aerodynamické sondy musí traverzovat proudové pole mříže a samozřejmě příslušné polohy sond musí být věrně a průběžně zaznamenávány. V neposlední řadě musí být průběžně měřena okamžitá úhlová poloha lopatky, protože veškerá naměřená data se musí vzájemně korelovat právě pro každou zvolenou úhlovou polohu během každé periody kmitu. S podobnými měřeními má už společný řešitelský tým ÚT AV a FM TUL rozsáhlé zkušenosti a k dispozici je veškeré vybavení. Synchronní mnohokanálový záznam dat při vzorkovací frekvenci až 200 kHz bude realizován pomocí měřicího ústředny Dewetron a měřicího software Dewesoft Professional.

Budou postaveny dvě sondy celkového tlaku pro nestacionární měření jak v mezilopatkových kanálech, tak i v úplavu kmitající lopatky i lopatek pevných. Sondy se zabudováním miniaturním převodníkem v hlavě sondy budou postaveny podle ověřených zkušeností s obdobnými sondami používanými v NASA Glenn RC. Výhodou tohoto uspořádání je poměrně jednoduchá konstrukce, nenáročná výroba, perfektní ochrana citlivé diafragmy převodníku proti poškození jak během instalace, tak i proti nárazům letícími nečistotami v proudu, a především v tomto uspořádání má sonda vysokou vlastní frekvenci (65 kHz).

Měření nestacionárních fluktuací okamžité rychlosti a směru proudu bude provedeno termo-anemometrickými sondami s děleným filmem, které umožňují měřit rychlost a směr v rovině kolmé na

měřicí element a to s odezvou až 20 kHz. V případě lopatkového flutteru, kdy frekvence kmitů lopatky nepřesahuje 500 Hz, je tato odezva více než dostatečná. Sondy s děleným filmem byly úspěšně použity v NASA Glenn RC pro nestacionární měření v podzvukovém proudění v nízkorychlostním kompresoru. V dostupné technické literatuře není zatím publikováno použití těchto sond v transsonickém proudění a jejich použití v těchto podmínkách bude průkopnickou prací.

3.3.4 Termíny řešení etapy

- Zahájení řešení etapy: **01/2020**
- Ukončení řešení etapy: **12/2020**

3.3.5 Cíle etapy, výsledky etapy, jejich název a popis

Cílem etapy E002 je konstrukce a výroba zkušební lopatkové mříže a její osazení snímači, návrh a realizace pohonného mechanismu, návrh, naprogramování a odzkoušení elektrického pohonu, kalibrace sond s děleným filmem a první testovací měření. Jak již bylo podrobně popsáno v popisu etapy 3.3.3, lopatková mříž bude umístěna ve stávající měřicí sekci modulárního vysokorychlostního aerodynamického tunelu, která bude také vyžadovat jisté úpravy (například odsávání mezní vrstvy na bočních stěnách v případě kompresorových mříží).

Výsledky etapy E002 budou následující:

Identifikace výsledku: V002

Typ: G (funkční vzorek)

Název: Instrumentovaná transsonická lopatková mříž s kinematickým buzením jedné lopatky

Identifikace výsledku: V003

Typ: G (funkční vzorek)

Název: Měřicí prostor pro kmitající transsonickou kompresorovou lopatkovou mříž

Vedlejšími výsledky budou alespoň dvě publikace pro odbornou veřejnost ve sbornících konferencí (typ D). V těchto článcích bude publikována například kalibrace vysokorychlostní termoanemometrické sondy s děleným filmem.

3.3.6 Formy výsledků podle struktury databáze RIV v etapě řešení E002 (identifikace výsledků s přihlédnutím ke kritériím splnění cílů programu INTER-EXCELLENCE – kap. 9 – znění textu programu)

Druh výsledku RIV	Předpokládaný počet
G - funkční vzorek	2

Etapu řešení E003

3.3.1 Identifikační číslo etapy

E003

3.3.2 Název etapy

Měření proudového pole a tlakového zatížení lopatek

3.3.3 Popis etapy

Prvním výzkumným úkolem v této etapě bude detailní proměření proudového pole pro stacionární podmínky, to je pro případ nekaitající lopatky. Tato část etapy bude sestávat z řady měření pro několik vybraných vstupních rychlostí nabíhajícího proudu. Pro každou velikost rychlosti se měření bude několikrát opakovat pro různé úhly nastavení (náběhu) aktivní, ale stále nekaitající lopatky. Pro předpokládaný maximální rozkmit lopatky plus/minus 3 stupně to znamená, že se měření budou sedmkrát opakovat vždy pro změnu úhlu nastavení lopatky o 1 stupeň. Bude se registrovat jak rozložení tlaku podél tělavy lopatky, tak i změny v charakteru mezní vrstvy, její tloušťky a případné odtržení. Pro všechna naměřená experimentální data provede Duke University komparativní výpočet proudového pole.

Ve druhé části této etapy se experimentální práce zaměří na vyšetřování tlakového dynamického obtížení profilu kaitající lopatky. Bude se vyšetřovat vliv rychlosti nabíhajícího proudu, frekvence kmitů lopatky a velikosti kmitové amplitudy na změny v dynamickém obtížení kaitající lopatky. Kombinace vstupních parametrů bude volena tak, aby podobnostní bezrozměrová čísla, to je Strouhalovo, Reynoldsovo a Machovo číslo, se měnila pouze v rozmezí typických nebo blízkých hodnot těchto čísel v reálných turbostrojích. Tento experiment bude velmi náročný na přesnou synchronizaci kmitů lopatky a časovou bázi měřených aerodynamických dat. Zkušenosti získané úspěšným zvládnutím této etapy výrazně napomohou ke spolehlivosti měření v následující etapě při výzkumu korelace mezi dynamikou kaitající lopatky a charakterem nestacionarit lopatkového úplavu.

Za každým tělesem v proudu tekutiny se tvoří úplav, jehož charakteristiky odráží proudový obrazec okolo obtékaného tělesa a tedy i obtížení tohoto tělesa. Tato korelace je dostatečně známa pro stacionárně obtékaná tělesa. Kaitající lopatka však vybuzuje periodicky proměnné tlakové obtížení s navazujícími změnami proudového obrazce, které nutně vyvolávají nestacionární chování úplavu lopatky. Experimentální vyšetřování měřením v úplavu kaitající lopatky bude zaměřeno na stanovení korelace mezi periodickým obtížením lopatky a vybuzenou nestacionaritou v úplavu. Pokud se prokáže dostatečně úzká a spolehlivá korelace mezi těmito dvěma jevy, pak bude možné nahradit složité a nákladné vyšetřování nestacionarit proudu v oblasti kaitající lopatky jednodušším a rychlejším měřením v úplavu za lopatkou. Výstupem této etapy bude odpověď na otázku, zda lze spoléhat na obousměrnost vzájemné korelace mezi tlakovým obtížením kaitající lopatky a nestacionaritou jejího úplavu.

Měření v této etapě se provedou na velkém aerodynamickém tunelu v laboratoři ÚT AV, který má dostatečně velký měřicí prostor a umožňuje plynule měnit vstupní i výstupní parametry proudu v rozsahu Machových čísel $M = 0,4$ až 2 .

3.3.4 Termíny řešení etapy

- Zahájení řešení etapy: **01/2021**
- Ukončení řešení etapy: **12/2021**

3.3.5 Cíle etapy, výsledky etapy, jejich název a popis

Cílem etapy E003 je realizace systematické sady měření na testovací lopatkové mříži. Prvním krokem budou měření na stacionární, nepohyblivé mříži. Experimentální data z těchto měření poslouží jednak jako základní validace pro numerické modely proudění vyvíjené na Duke University, jednak pro testování nových metodik měření (tlakové snímače instalované uvnitř lopatky a sonda s děleným filmem v úplavu). Poté bude přistoupeno k měřením v mříži s kmitající lopatkou, kde cílem je zjistit, jakým způsobem ovlivňuje kmitání lopatky tlakové zatížení na okolních lopatkách a jaké mohou být mechanismy buzení postupné vlny procházející reálným lopatkovým kolem. Studována bude i korelace mezi signálem v úplavu a daty ze snímačů zabudovaných přímo v lopatce. Pokud výzkum prokáže významný stupeň korelace, umožnilo by to v budoucnu monitorovat změny tlakového zatížení způsobené kmitáním lopatky jednodušším a levnějším způsobem pomocí sondy s děleným filmem umístěné v úplavu.

Výsledek etapy E003 bude následující:

Identifikace výsledku: V004

Typ: Jimp (článek v impaktovaném časopisu)

Název: Měření tlakového zatížení lopatek v transsonické mříži s kmitající lopatkou

Vzhledem k délce recenzního procesu v kvalitních impaktovaných časopisech ještě v roce 2021 nelze očekávat hotovou časopiseckou publikaci s výsledky měření v testovací lopatkové mříži. V projektu už ale plánujeme první impaktovanou publikaci (V004) s výsledky z etapy E002. Dalšími vedlejšími výsledky budou alespoň dvě publikace pro odbornou veřejnost ve sbornících konferencí (typ D), shrnující výsledky aktuálních měření.

3.3.6 Formy výsledku podle struktury databáze RIV v etapě řešení E003 *(identifikace výsledků s přihlédnutím ke kritériím splnění cílů programu INTER-EXCELLENCE – kap. 9 – znění textu programu)*

Druh výsledku RIV	Předpokládaný počet
Jimp - článek v impaktovaném časopisu	1

Etapa řešení E004

3.3.1 Identifikační číslo etapy

E004

3.3.2 Název etapy

Měření příčinkových součinitelů, vyhodnocení a publikace výsledků

3.3.3 Popis etapy

Navrhovaný experimentální výzkum v této etapě má za cíl vytvořit potřebnou databázi pro stanovení budící flutterové funkce. Řešení tohoto komplexního úkolu bude umožněno použitím metody příčinkových součinitelů (Influence coefficient method). Tato metoda je založena na superpozičním principu lineárních soustav, což znamená, že nestacionární obtížení profilu lopatky se skládá jak z důsledku vlastního kmitání lopatky, tak i z přičinění vlivu nestacionárního působení sousedních lopatek. Nestacionární obtížení každého profilu v lopatkové mříži je tedy výsledným součtem příspěvků všech ostatních profilů. Samozřejmě, že nejvyšší příspěvek je od daného profilu samotného a obou sousedních lopatek. S rostoucí vzdáleností dalších lopatek v mříži jejich vliv rapidně klesá. Pro experimentální uspořádání to znamená, že postačí kmitat jedinou lopatkou a měřit separátně dynamické obtížení na kmitající lopatce a na pevných lopatkách sousedních. Výhodou zde je, že postačí jediná lopatka instrumentovaná miniaturními tlakovými převodníky, ale na druhé straně se experiment musí vícekrát opakovat pro různé pozice instrumentované lopatky v mříži, ať už je tato lopatka v aktivní nebo pasivní pozici. Získaná obsáhlá databáze bude sdílena s Duke University pro výsledné výpočetní zpracování budící flutterové funkce daného lopatkového profilu.

3.3.4 Termíny řešení etapy

- Zahájení řešení etapy: **01/2022**
- Ukončení řešení etapy: **12/2022**

3.3.5 Cíle etapy, výsledky etapy, jejich název a popis

Cílem etapy E004 je sestavení databáze pro stanovení budící funkce lopatkového flutteru pomocí metody příčinkových součinitelů, systematická analýza výsledků měření tlakového obtížení profilů a signálů z úpravu za kmitající lopatkovou mříž, porovnání a vyhodnocení experimentálních dat oproti výsledkům numerických simulací realizovaných na Duke University, a shrnutí a publikace výsledků v impaktovaných časopisech. Předpokládáme, že v této fázi bude metodika měření kmitající mříže zvládnutá do té míry, že v případných navazujících projektech (ideálně opět s americkým partnerem) bude možné studovat jiné geometrie lopatkových mříží i v odlišných režimech proudění, a to již i pro konkrétní aplikace ve vývoji nových turbín a kompresorů.

Výsledky etapy E004 budou následující:

Identifikace výsledku: V005

Typ: Jimp (článek v impaktovaném časopisu)

Identifikace výsledku: V006

Typ: Jimp (článek v impaktovaném časopisu)

Identifikace výsledku: V007

Typ: Jimp (článek v impaktovaném časopisu)

Identifikace výsledku: V008

Typ: Jimp (článek v impaktovaném časopisu)

Názvy a obsah těchto článků nelze tři roky dopředu přesně specifikovat, jejich náplní ale budou následující témata:

- Úprava zkušební tratě pro odsávání mezní vrstvy při transsonickém proudění a potlačení vlivu odražených rázových vln na výsledky měření
- Měření dynamického obtížení kmitající lopatky v transsonických podmínkách
- Korelace obtížení lopatky se změnami v charakteru úplavu
- Porovnání experimentálních výsledků s výpočty týmu Duke University
- Určení příčinkových součinitelů vyvolaných kmitáním měřením nestacionárního obtížení pevných lopatek

V této fázi již předpokládáme publikaci většiny výsledků společně s členy týmu Duke University. I v poslední etapě předpokládáme účast členů řešitelského týmu na odborných konferencích, mimo jiné na konferencích sdružení GUIde. Dalšími vedlejšími výsledky tedy budou alespoň dva články ve sbornících konferencí (typ D).

3.3.6 Formy výsledku podle struktury databáze RIV v etapě řešení E004 *(identifikace výsledků s přihlédnutím ke kritériím splnění cílů programu INTER-EXCELLENCE – kap. 9 – znění textu programu)*

Druh výsledku RIV	Předpokládaný počet
Jim - článek v impaktovaném časopisu	4

Etapu řešení E005

...

4 Strategie a metodika řešení projektu

Hlavním strategickým cílem projektu je rozvinout a zintenzivnit spolupráci špičkových výzkumných pracovišť v ČR a USA v oblasti výzkumu flutteru v turbostrojích. Společná realizace orientovaného základního výzkumu je klíčovým předpokladem vzniku výsledků, které jsou na mezinárodně excelentní úrovni.

Strategie spolupráce, cílená na úspěšné dovršení předkládaného projektu, je založena na pěti základních pilířích, kterými jsou:

1. Důkladná znalost problematiky lopatkového flutteru a předchozí spolupráce řešitelů.
2. Nové experimentální technologie a inovační přístup k metodice měření.
3. Rigorózní analýza experimentálních výsledků od jednoduchých ke složitějším.
4. Úzká spolupráce obou hlavních pracovišť a komplexní řešení úkolu.
5. Účast doktorandů a postdok stážistů v programu pro výchovu nových odborníků.

Znalost problematiky a spolupráce řešitelů

Řešitelé za obě části projektu Dr. Lepičovský a prof. Kielb již dlouhodobě pracovali ve výzkumu lopatkového flutteru. Oba řešitelé publikovali řadu článků na toto téma v předních světových odborných publikacích. Dr. Lepičovský byl vedoucím pracovníkem pro experimentální výzkum flutteru v NASA Glenn RC v letech 2000 až 2011 a prof. Kielb byl po 12 let odpovědným pracovníkem pro řešení lopatkového flutteru v GE Aviation a v posledních 10 let působí v tomto oboru na Duke University. Oba řešitelé spolupracovali v rámci GUIde konsorcia, což je organizace předních světových výrobců turbostrojů a výzkumných ústavů zaměřená na řešení problémů nestacionárních vibrací a lopatkového flutteru turbostrojů.

Inovační instrumentace lopatkové mříže a vysokorychlostní sběr nestacionárních dat

Návrh experimentálního uspořádání zkušební mříže obsahuje řadu inovačních prvků, které umožní širší rozsah zkušebních podmínek, jednodušší obsluhu a výrazně nižší provozní náklady, než je u obdobného staršího zařízení v NASA Glenn RC. Navržené inovace jsou založeny za prvé na zkušenostech řešitele s provozem Transonic Flutter Cascade v NASA Glenn RC, stále významného, ale dnes již poněkud překonaného zařízení pro výzkum flutteru, a na výrazném pokroku v miniaturizaci a automatizaci sensorů pro nestacionární aplikace v experimentální mechanice tekutin. Hlavními inovačními prvky budou počítačem řízený náhon kmitání lopatek, vícenásobný odběr tlaků na povrchu lopatek při použití menšího počtu vestavěných tlakových převodníků, čistý lopatkový profil s pevnostními i ovládacími prvky vně proudového pole aerodynamického tunelu a nejmodernější systém vysokorychlostního sběru nestacionárních dat.

Rigorózní analýza experimentálních výsledků

Přes veškerý pokrok v experimentálních metodách je stále ještě téměř nemožné získat spolehlivá aerodynamická data o původu lopatkového flutteru z měření na reálných strojích. Veškerá dostupná data jsou zatím získávána tenzometricky, opticky nebo magneticky, a jsou to data čistě o pohybu vibrujících lopatek a s tím spojené mechanické namáhání lopatek. Taková data jsou měřitelná pouze až po rozběhu flutteru a tudíž neposkytují

dostatečnou informaci o příčinách rozkmitání lopatek. Z tohoto důvodu se zatím veškerý aerodynamický výzkum flutteru provádí v simulovaných podmínkách pouze na úzce specializovaných zkušebních zařízeních. Zaměření tohoto projektu je především na aerodynamický výzkum flutteru. Základní dvě metodiky měření nestacionárních jevů budou tlaková měření použitím vysokofrekvenčních miniaturních převodníků zabudovaných jak do lopatek, tak i do volných sond a rychlostní a turbulentní měření užitím vysokofrekvenčních termo-anemometrických sond. Experimentální data získaná těmito dvěma nezávislými metodami budou vzájemně porovnávána převodem tlakových měření na rychlostní pole a naopak rychlostní výsledky budou převáděny do tlakové domény. Ověřená experimentální data budou průběžně porovnávána s numerickými simulacemi realizovanými na Duke University.

Úzká spolupráce hlavních pracovišť a komplexní řešení úkolu

Zárukou úspěšné součinnosti obou hlavních pracovišť, ÚT AV ČR a Duke University, při řešení tohoto komplexního výzkumného projektu je již prověřená mnohaletá spolupráce obou řešitelů během práce na projektech jejich dřívějších pracovišť, NASA Glenn RC and GE Aviation. Oba řešitelé se aktivně účastnili projektů spojených s problematikou flutteru v rámci činnosti v GUIde konsorciu. Prof. Kielb je současným ředitelem GUIde konsorcia. Podrobný plán výzkumu a úlohy partnerů pro vzájemnou spolupráci budou stanoveny v první etapě tohoto projektu. Účast v tomto projektu je jedinečnou příležitostí pro začlenění pracovníků českého výzkumného týmu do tohoto špičkového výzkumného společenství.

Účast doktorandů a postdok stážístů v programu

Primárním účelem navrhovaného projektu je porozumět příčinám vzniku lopatkového flutteru tak, aby následně mohla být vypracována metodika pro kontrolu a potlačení tohoto nebezpečného jevu v provozu turbostrojů. Všichni partneři, ÚT AV ČR, FM TUL i Duke University, se ale rovněž významně podílí na výchově nových vědeckých pracovníků. Je proto imperativem, aby se na tomto projektu podíleli velkou měrou též budoucí výzkumní a vědeckí pracovníci. Jejich účast v projektu bude přínosem jak k jejich odbornému růstu, tak i výrazně napomůže k širší aplikaci výsledků výzkumu do strojírenské praxe a zajistí kontinuitu výzkumu v této oblasti i pro budoucí náročnější úlohy.

Metodika řešení projektu bude, kromě výše uvedených věcných etap řešení, obsahovat také prvky projektového řízení, řízení lidských zdrojů, efektivní komunikace a využívání nástrojů pro efektivní komunikaci týmů.

Partneři jsou zkušenými řešiteli mezinárodních výzkumných projektů a jsou si vědomi příležitostí, ale i rizik, které partnerství na řešení VaV projektů skýtá. Níže jsou popsána a analyzována nejzávažnější rizika i způsoby, kterými se řešitelské týmy snaží jejich pravděpodobnost významně snížit. V kapitole 4.1 jsou popsána rizika, v kapitole 4.2 pak způsoby, jak zajistit maximalizaci přínosu projektu, a to nejen v době řešení, ale i v době po ukončení řešení projektu, kdy lze předpokládat vznik nových, zatím možná zcela neznámých výzev pro další výzkum.

4.1 Analýza rizik ohrožujících dosažení výsledků projektu

Každý projekt je ve své realizaci ohrožen několika rizikovými faktory. Podstatou této analýzy je identifikace rizikových faktorů a stanovení pravděpodobnosti jejich výskytu v kontextu projektu. Posuzovány jsou zejména níže popsané rizikové faktory tohoto konkrétního VaV projektu:

Technická a technologická rizika

Experimentální výzkum lopatkového flutteru jako děje probíhajícího při velmi vysokých rychlostech proudění a značných frekvencích kmitání lopatky představuje velmi náročnou problematiku, která se nemůže vyhnout jistým technickým rizikům. Projektový tým bude čelit výzvám při konstrukci testovací lopatkové mříže, úpravám aerodynamického tunelu pro danou geometrii mříže, instalaci miniaturních snímačů, řízení pohonů a synchronního mnohokanálového měření. Podstatou základního výzkumu je schopnost tyto problémy předvídat, eliminovat a nalézat náhradní řešení. Stávající projektový tým je připraven těmto rizikům čelit zejména díky kombinaci zkušeností a schopnosti jeho členů, hluboké znalosti problematiky a dlouhodobým kontaktům nejen s americkým partnerem projektu, ale i s jinými světovými výzkumnými týmy. Hlavní řešitel projektu Dr. Lepičovský byl po dlouhé roky vedoucím výzkumu lopatkového flutteru v NASA Glenn Research Center. Měření lopatkových mříží při transsonických rychlostech proudění představuje výzkumnou náplň pracovníků ÚT AV již po desítky let. Ve spolupráci ÚT AV a FM TUL již byl realizován výzkum flutteru osamělých profilů. Získaná know-how tedy představuje unikátní výchozí pozici pro řešení tohoto projektu.

Přes poměrně vysoké vědecké ambice projektu lze vzhledem k výše uvedenému hodnotit technická rizika jako nízká nebo nejvýše střední.

Rizika spojená s řízením projektu

Ohrožení projektu v kontextu jeho řízení je možné spatřovat především v nereálně zpracovaném plánu a etapizaci řešení projektu a nedostatečné či neefektivní komunikaci mezi projektovými týmy jednotlivých výzkumných pracovišť. Přínosy předkládaného projektu jsou založeny na synergii spolupráce domácích výzkumných pracovišť FM TUL a ÚT AV ČR s partnerským pracovištěm v USA.

Klíčoví členové výzkumných týmů mají zkušenosti s řízením projektů, i společných projektů VaV mezi oběma pracovišti. Návrh předkládaného výzkumného projektu byl vytvořen jejich společnými silami. Klíčový excelentní výzkumný pracovník hlavního příjemce Dr. Lepičovský dlouhodobě spolupracuje s partnerem na americké straně. Za každé pracoviště je jmenován řešitel (Dr. Lepičovský a doc. Šidlof), který je zodpovědný za koordinaci VaV prací a věcnou stránku řešení projektu. Dále administrátor, který je zodpovědný za finanční část projektu. Řešitel hlavního příjemce a administrátor hlavního příjemce pak komunikuje a zodpovídá za řízení projektu směrem k poskytovateli podpory. Zejména klíčoví řešitelé obou českých partnerských institucí se budou scházet na pravidelných kontrolních dnech, min. 1x za dva měsíce, další komunikace bude probíhat ad hoc. Komunikace s partnerem na americké straně probíhá min. 1x za dva měsíce, a to prostřednictvím telekonferencí či jiných forem online elektronické komunikace. V projektu jsou dále plánovány dostatečné finanční prostředky na to, aby spolupráce mezi českými a americkými partnery mohla probíhat i osobně formou návštěv členů českého výzkumného týmu na Duke university a účasti na konferencích sdružení GUIde. Členové amerického týmu stejně tak předpokládají návštěvy v ČR hrazené z jejich vlastních prostředků.

Vzhledem k výše uvedenému vnímáme rizika spojená s řízením projektu jako nízká.

Rizika spojená s diseminací výsledků projektu (publikace)

Diseminace výsledků v prestižních vědeckých časopisech je v zásadě uznáním výsledků VaV špičkovou mezinárodní vědeckou komunitou. Výsledky tohoto projektu základního orientovaného výzkumu jsou ambiciózní, nicméně s ohledem na složení řešitelského týmu, který disponuje špičkovými pracovníky, dosažitelné. Podpora projektu znamená stabilizaci mezinárodního výzkumného týmu a intenzivní spolupráci na výsledcích a jejich diseminaci. Tyto jsou, s ohledem na vysoký stupeň vědeckého a socio-ekonomického přínosu zkoumané problematiky, velmi dobře publikovatelné v prestižních vědeckých časopisech.

Vzhledem k výše uvedenému vnímáme rizika spojená s diseminací výsledků projektu jako nízká.

Rizika spojená s lidskými zdroji

Kvalitní, dostupné a stabilní lidské zdroje jsou pro řešení výzkumného projektu klíčové. Výzkumné týmy obou pracovišť jsou složeny s excelentních pracovníků, kteří jsou dlouhodobými zaměstnanci žadatelských institucí s odhodláním participovat na řešení projektu. Jejich úvazky i odměny plynoucí z řešení projektu jsou vzhledem k ambicióznosti projektu nastaveny realisticky.

Vzhledem k výše uvedenému vnímáme rizika spojená s lidskými zdroji jako nízká.

Rizika finanční a ekonomická

Finanční a ekonomická rizika jsou vnímána především v kontextu schopnosti obou účastníků projekt v případě potřeby předfinancovat či dofinancovat. Výchozím předpokladem pro eliminaci těchto rizik je institucionální a finanční udržitelnost obou partnerů, která je s ohledem na jejich statut (výzkumná organizace a veřejná výzkumná instituce), poměrně spolehlivá. Dalším předpokladem je realisticky navržený rozpočet, který vychází z kvalitního a rovněž reálného naplánování věcného řešení projektu. Oba účastníci projektu jsou zkušenými grantovými žadateli, kteří si plně uvědomují důležitost rozpočtu pro řešení projektu. Realizace projektu nevyžaduje nové investice. Budou však konstruována nová zkušební zařízení, na kterých budou prováděny experimenty, tyto budou umístěny v již dislokovaných prostorách pracoviště ÚT AV ČR v Novém Kníně. Materiál pro jejich konstrukci (vč. subdodávky návrhu konstrukce) je součástí předloženého rozpočtu. Majoritní část rozpočtu tvoří mzdové náklady, které vycházejí z platných mzdových směrnic a byly (vč. úvazků na projektu) odsouhlaseny všemi členy řešitelského týmu. Za finanční řízení projektu budou mít na straně hlavního příjemce i dalšího účastníka zodpovědné tzv. administrátorky, tj. pracovnice s dlouholetou zkušeností s finančním řízením VaV projektů. Financování projektu na straně amerického partnera je zajištěno.

Vzhledem k výše uvedenému vnímáme finanční a ekonomická rizika jako nízká.

Rizika vnější globální - legislativní, politická

Tato skupina rizik je pro žadatele z hlediska jejich ovlivnění nejproblematictější, nicméně stávající situace a střednědobý výhled nenaznačuje významnější rizika pro projekt a dosažení jeho cílů a výsledků. Právě naopak lze předpokládat, že vzhledem k socio-ekonomickým přínosům projektu z dlouhodobého hlediska budoucí (aplikované) výsledky projektu mohou některá vnější globální rizika (zejména environmentální) snížit. Blíže viz kap. 3.1.4.

4.2 Navržená opatření k maximalizaci přínosu projektu (popište efektivitu

navrhovaných alokovaných zdrojů a kapacit ve vztahu k předpokládaným dosaženým výsledkům)

K maximalizaci přínosu projektu je třeba zvládnout především, ale nejen věcnou část řešení výzkumného úkolu a efektivně řídit rizika technická a technologická, ale také rizika spojená se samotným řízením projektu ve všech jeho aspektech.

Za prvé, byl zpracován **kvalitní, podrobný a reálný návrh projektu**, včetně věcného harmonogramu řešení, plánovaných výsledků, na kterém participovali všichni řešitelé a spoluřešitelé z obou partnerských institucí. Dále byl sestaven tým excelentních odborníků dvou předních českých pracovišť v oblasti výzkumu aeroelastické nestability v turbostrojích.

Za druhé, týmy disponují **know-how a technickým zázemím** pro realizaci experimentů. V rozpočtu jsou reálně naplánovány náklady spojené s konstrukcí experimentálního zkušebního zařízení, které bude umístěno na pracovišti hlavního příjemce v Novém Kníně. Pro realizaci projektu nejsou potřeba další investice.

Za třetí, v pozicích hlavních řešitelů obou českých partnerských organizací jsou výzkumníci, kteří mají **zkušenosti z řešení mezinárodních projektů**. Řešitel hlavního příjemce ÚT AV ČR je dlouhodobým spolupracovníkem partnera na americké straně. Byly nastaveny základní parametry komunikace a kontroly řešení projektu, tzv. kontrolní dny budou probíhat min. jednou za dva měsíce, a to jak mezi českými pracovišti, tak s partnerským pracovištěm v USA.

Za čtvrté, řešitelé jsou si vědomi důležitosti **excelentních publikačních výstupů**, které deklarují jako výsledky projektu. Jedná se v zásadě o uznání výstupů projektu špičkovou mezinárodní vědeckou komunitou a rozšíření znalostní báze. Projekt je v této oblasti poměrně ambiciózní, nicméně vzhledem k publikačním zkušenostem klíčových členů řešitelského týmu jsou navržené výstupy reálné.

4.3 Literatura

Besem, F.M., Thomas, J.P., Kielb, R.E., Dowell, E.H. (2016): An aeroelastic model for vortex-induced vibrating cylinders subject to frequency lock-in, *Journal of Fluids and Structures*, vol 61, pp. 42-59

Besem, F.M., Kielb, R.E. (2017): Influence of the Tip Clearance on a Compressor Blade Aerodynamic Damping, *JOURNAL OF PROPULSION AND POWER*, vol 33, pp. 227-233

El_Aini, Y., Laneuville, R., Sonere, V. & Capece, V.R. (1997). High-cycle fatigue of turbomachinery components, *AIAA J.*, vol. 97.

Fransson, T. & Vogt, D. (2013). FUTURE -Flutter Free Turbomachinery Blades. Grant no. 213414.

Im H-S. & Zha G-C. (2013). Flutter Prediction of a Transonic Fan with Traveling Wave Using Fully Coupled Fluid/Structure Interaction. ASME paper IGTI 2013-94341.

Lepicovsky, J., McFarland, E.R., Capece, V.R., Jett, T.A. & Senyitko, R.G. (2002a), Intermittent Flow Regimes in a Transonic Fan Airfoil Cascade, NASA report TM-2002-211375; *International Journal of Rotating Machinery*, vol. 10, pp. 135-144, 2004.

Lepicovsky, J., McFarland, E.R., Chima, R.V., Capece, V.R. & Hayden, J. (2002b), Methodology of Blade Unsteady Pressure Measurement in the NASA Transonic Flutter Cascade, NASA report TM-2002-211894.

Lepicovsky, J. (2008), Investigation of Flow Separation in a Transonic-Fan Linear Cascade Using Visualization Methods, Experiments in Fluids, vol. 44, pp. 939-949.

Lepičovský J., Šimurda D., (2018). Past developments and current advancements in unsteady pressure measurements in turbomachines. ASME J Turbomach. Vol. 140, Issue 11

Luxa M., Dvořák R., Šimurda D., Vimmr J. (2010). Pneumatic Measurements Downstream of a Radial Turbine Nozzle Cascade. Journal of Thermal Science, 2010, Vol. 19, Issue. 1, pp. 42-46.

McBean, I., Hourigan, K., Thompson, M. & Liu, F. (2005). Prediction of Flutter of Turbine Blades in a Transonic Annular Cascade, J. of Fluids Engineering, Vol. 127.

Mergele B (2014). Unsteady aerodynamics of low-pressure steam turbines operating under low volume flow conditions. Thesis No. 6096. École Polytechnique Fédérale de Lausanne.

Platzter, M.F. (1982). Transonic blade flutter: A survey of new developments, The Shock and Vibration Digest, vol.7.

Rottmeier, F., (2003). Experimental investigation of a vibrating axial turbine cascade in presence of upstream generated aerodynamic gusts. EPFL These No. 2758.

Salas, MG, Petrie-Repar, P, Kielb, RE, Key, NL (2019): A Mistuned Forced Response Analysis of an Embedded Compressor Blisk Using a Reduced-Order Model, JOURNAL OF ENGINEERING FOR GAS TURBINES AND POWER-TRANSACTIONS OF THE ASME, vol. 141, issue 3

Šidlof, P., Vlček, V. & Štěpán, M., (2016). Experimental investigation of flow-induced vibration of a pitch-plunge NACA 0015 airfoil under deep dynamic stall. Journal of Fluids and Structures, vol. 67, pp. 48-59.

Waite, J.J., Kielb, R.E. (2015): Physical Understanding and Sensitivities of Low Pressure Turbine Flutter, JOURNAL OF ENGINEERING FOR GAS TURBINES AND POWER-TRANSACTIONS OF THE ASME, vol. 137, issue 1

5 Projektový a řešitelský tým

5.1 Představení týmu

5.1.1 Popis týmu

Výzkumná agenda projektu bude realizována v úzké součinnosti žadatele (ÚT AV ČR) a dalšího účastníka projektu (FM TUL). Tým bude řídit expert na lopatkový flutter s mimořádnými zkušenostmi a zahraničními kontakty z oboru, Dr. J. Lepičovský. Dalšími členy týmu budou tři zkušení výzkumní pracovníci Ing. David Šimurda, Ph.D. a doc. Ing. Martin Luxa, Ph.D. (experimentální výzkum vysokorychlostního proudění v turbostrojích) a doc. Ing. Petr Šidlof, Ph.D. (experimentální výzkum a numerické simulace interakce proudění s pružnými tělesy). Ing. Martin Štěpán bude mít jako zručný experimentátor a elektrotechnik na starosti přípravu a zapojení měření, ve spolupráci s doc. Ing. Josefem Černohorským budou také zodpovědní za návrh, realizaci a programování servopohonů. Tým doplní tři studenti magisterského a doktorského stupně, technická a manuální kapacita nutná na přípravu a úpravy aerodynamických tunelů, a na každém pracovišti jedna administrativní pracovnice na malý úvazek pro správu a administraci projektu.

Na straně partnera na Duke University v USA bude za spolupráci zodpovědný prof. Robert Kielb, který pracoval osm let pro U.S. Air Force, deset let v NASA Lewis Research Center a 12 let byl vedoucím pracovníkem výzkumu lopatkového flutteru pro GE Aircraft Engine. Aktuálně vede výzkumnou skupinu na Duke University a zároveň je ředitelem konsorcia GUIde. Za poznámku stojí to, že první žádost o spolupráci mezi ÚT AV ČR a Duke University zaslala americká strana, jak je doloženo dopisem prof. Kielba řediteli ÚT a již uzavřeným Memorandem o porozumění. To dokazuje, že Duke University nebude pouze formálním partnerem, ale že má o spolupráci s českou stranou velmi silný zájem.

5.1.2 Prokázání schopnosti řešit danou problematiku

Řešitel předkládaného projektu, Dr. Lepičovský, působil několik desítek let jako vedoucí projektů experimentálního výzkumu lopatkových strojů v USA (Lockheed-Martin, Textron Lycoming, NASA Glenn Research Center), dlouhodobě spolupracoval s prof. Kielbem a byl aktivní v konsorciu GUIde, jehož ředitelem je aktuálně prof. Kielb z Duke University. V NASA GRC byl mimo jiné zodpovědný za výzkum transsonického flutteru lopatek tryskových motorů na zařízení NASA Transonic Flutter Cascade Facility. Publikoval řadu výzkumných zpráv a článků, pravidelně se účastnil konferencí National Turbine Engines High Cycle Fatigue (NTE HCF) sponzorovaných US Air Force. Nyní je zaměstnancem Ústavu termomechaniky AV ČR, který se desítky let věnuje experimentálnímu výzkumu proudění v turbostrojích a v laboratoři v Novém Kníně provozuje jeden ze dvou aerodynamických tunelů v ČR schopných dosáhnout transsonických a supersonických rychlostí proudění. Ve spolupráci s FM TUL byl již řešen projekt experimentálního výzkumu flutteru osamělého profilu při vyšších subsonických rychlostech. Kombinace zkušeností a kontaktů Dr. Lepičovského z NASA GRC a zkušeností pracovníků ÚT AV a FM TUL z měření statických lopatkových mříží a flutteru osamělých profilů tak poskytuje unikátní výchozí pozici pro řešení navrhovaného projektu.

Z hlediska infrastruktury a vybavení je na ÚT AV a FM TUL k dispozici následující:

- velký aerodynamický tunel s měřicí sekci pro výzkum lopatkových mříží o rozměru 450 x 160 mm schopný dosáhnout rychlostí proudění až $M = 2$

- malý modulární aerodynamický tunel s měřicí sekci 200 x 80 mm nebo 320 x 160 mm, schopný dosáhnout vyšších subsonických až transsonických rychlostí proudění
- Mach-Zehnderův interferometr s mimořádně velkým zorným polem o průměru 180 mm a příslušenstvím pro interferometrická a šlírová měření
- statická kamera PhaseOne XF 645 80MPix a rychlostní kamera se snímkovací frekvencí 5kHz při rozlišení 2MPix
- 24 kanálová měřicí ústředna Dewetron se simultánním vzorkováním 200kS/s na kanál, vstupními zesilovači, úpravou signálů a profesionálním software Dewesoft pro měření a on-line analýzu signálů
- dva laserové triangulační snímače vzdálenosti s vysokou vzorkovací frekvencí až 50kHz
- bodový laserový vibrometr
- Prandtlovy sondy, 4x 16 kanálový snímač tlaku Pressure systems, high-precision dynamické tlakové snímače Kulite různých typů a další sondy a příslušenství pro aerodynamická měření
- sada miniaturních snímačů s rychlou odezvou Kulite

5.2 Projektový tým – účastníci projektu

Role	Obchodní jméno - název	IČO	Typ organizace	Organizace v projektu vystupuje jako (nehodící se škrtněte)
Příjemce	Ústav termomechaniky AV ČR, v. v. i.	61388998	výzkumná organizace	Plátce/neplátce DPH
Další účastník projektu	Technická univerzita v Liberci	46747885	výzkumná organizace	Plátce/neplátce DPH
Další účastník projektu				Plátce/neplátce DPH

Identifikační údaje účastníka – „Ústav termomechaniky AV ČR, v. v. i.“

Role účastníka při řešení projektu	Příjemce
Daňové identifikační číslo - DIČ	CZ61388998
IČO	61388998
Obchodní jméno - Název	Ústav termomechaniky AV ČR
Právní forma subjektu	VVI
Typ organizace	výzkumná
Adresa sídla	

Ulice, číslo popisné / orientační	Dolejškova 1402/5
Obec	Praha
PSČ	18200
Stát	Česká republika
Telefonické spojení	+420 266 052 021
Bankovní spojení organizace	
Název banky	ČNB
Číslo účtu pro příjem dotace	94-11625081/0710
Zkratka názvu organizace	ÚT AV ČR
WWW adresa	http://www.it.cas.cz/
Pověřená organizační jednotka (např. u VVŠ fakulta)	

Statutární orgán účastníka – „Ústav termomechaniky AV ČR, v.v.i.“

Jméno, příjmení, tituly	Funkce v organizaci	Tel. č.	e- mail
Ing. Jiří Plešek, CSc.	ředitel	+420 266 053 213	plesek@it.cas.cz

Identifikační údaje účastníka – „Technická univerzita v Liberci“

Role účastníka při řešení projektu	Další účastník projektu
Daňové identifikační číslo - DIČ	CZ46747885
IČO	46747885
Obchodní jméno - Název	Technická univerzita v Liberci
Právní forma subjektu	VVS
Typ organizace	výzkumná organizace



Adresa sídla	
Ulice, číslo popisné / orientační	Studentská 1402/2
Obec	Liberec
PSČ	46117
Stát	Česká republika
Telefonické spojení	00420 485 353 111
Zkratka názvu organizace	TUL
WWW adresa	http://www.tul.cz
Pověřená organizační jednotka (např. u VVŠ fakulta)	Fakulta mechatroniky, informatiky a mezioborových studií

Statutární orgán účastníka – „Technická univerzita v Liberci

Jméno, příjmení, tituly	Funkce v organizaci	Tel. č.	e- mail
doc. RNDr. Miroslav Brzezina, CSc.	rektor	+420 485 353 597	rektor@tul.cz

Identifikační údaje účastníka – „.....název dalšího účastníka2.....“

...
...
...

5.3 Řešitelský tým

Název příjemce: Ústav termomechaniky AV ČR, v.v.i.

	Jméno, příjmení, tituly	Tel. č.	e-mail
Řešitel	Ing. Jan Lepičovský, DrSc.	+420 266 053 132	lepic@it.cas.cz
Člen řešitelského týmu	Ing. David Šimurda, Ph.D.	+420 266 053 303	simurda@it.cas.cz
Člen řešitelského týmu	doc. Ing. Martin Luxa, Ph.D.	+420 266 053 352	luxa@it.cas.cz

Člen řešitelského týmu	Ing. Jindřich Hála	+420 266 053 303	hala@it.cas.cz
Člen řešitelského týmu	Ing. Tomáš Radnic	+420 266 052 072	radnic@it.cas.cz

Název dalšího účastníka1: **Technická univerzita v Liberci**

	Jméno, příjmení, tituly	Tel. č.	e-mail
Další řešitel	doc. Ing. Petr Šidlof, Ph.D.	+420 485 353 015	petr.sidlof@tul.cz
Člen řešitelského týmu	doc. Ing. Josef Černohorský, Ph.D.	+420 485 353 543	josef.cernohorsky@tul.cz
Člen řešitelského týmu	Ing. Martin Štěpán	+420 485 353 820	martin.stepan@tul.cz

Název dalšího účastníka2: ...

	Jméno, příjmení, tituly	Tel. č.	e-mail
Další řešitel	...	...	...
Člen řešitelského týmu	...	...	...

5.3.1 Členové řešitelského týmu – Ústav termomechaniky AV ČR, v.v.i.

Role osoby při řešení projektu	Řešitel
Jméno, příjmení, tituly	Ing. Jan Lepičovský, DrSc.
Ročník narození	1941
Pracovní kapacita vymezená na projekt (část úvazku např. 0,4)	0,4
Organizace, pracoviště	Ústav termomechaniky AV ČR, v.v.i.
Telefon	+420 266 053 132
E-mail	lepic@it.cas.cz

Stěžejní vykonávané činnosti při řešení projektu

Řízení a koordinace projektu, návrh mechanismu náhonu, návrh experimentů, syntéza výsledků, publikace

Prokázání odborné způsobilosti (5 nejlepších dosažených výsledků)

- Lepičovský J., Šimurda D., (2018). Past developments and current advancements in unsteady pressure measurements in turbomachines. ASME J Turbomach. Vol. 140, Issue 11. doi: 10.1115/1.4040419, IF: 2.453
- Lepičovský J., Chima RV., McFarland ER., et al. (2001), On flowfield periodicity in the NASA transonic flutter cascade, Journal of Turbomachinery - Transactions of the ASME, Vol. 123, Issue 3, pp. 501- 509, IF: 2.453, 9 citací SCOPUS
- Lepičovský J., Ahuja KK., Brown WH., et. al (1987), Coherent large-scale structures in high Reynolds-number supersonic jets, AIAA Journal, Vol. 25, Issue 11, pp. 1419-1425, IF: 1.556, 35 citací SCOPUS
- Lepičovský J., (2008), Investigation of flow separation in a transonic-fan linear cascade using visualization methods, Journal Experiments in Fluids, Vol. 44, Issue 6, pp. 939-949, IF: 2.195, 2 citace SCOPUS
- Lepičovský J., Bencic TJ., (2002), Use of pressure sensitive paint for diagnostics in turbomachinery flows with shocks, Journal Experiments in Fluids, Vol. 33, Issue 4, pp. 531-538, IF: 2.195, 12citací SCOPUS

Odborný životopis řešitele (vložte jako přílohu)

přiloženo k projektu jako příloha

Role osoby při řešení projektu	Člen řešitelského týmu
Jméno, příjmení, tituly	Ing. David Šimurda, Ph.D.
Ročník narození	1981
Pracovní kapacita vymezená na projekt (část úvazku např. 0,4)	0,3
Organizace, pracoviště	Ústav termomechaniky AV ČR, v.v.i.
Telefon	+420 266 053 303
E-mail	simurda@it.cas.cz

Stěžejní vykonávané činnosti při řešení projektu

Realizace experimentů, návrh úprav měřicího prostoru a bočnic, měření miniaturními tlakovými snímači a sondou s děleným filmem

Prokázání odborné způsobilosti (5 nejlepších dosažených výsledků)

- Radnic T., Hála J., Luxa M., Šimurda D., Fürst J., Hasnedl D., Kellner J. (2018). Aerodynamic Effects of Tie-Boss in Extremely Long Turbine Blades. ASME J Gas Turb Pwr. Vol. 140, Issue 11, doi: 10.1115/1.4040093, IF: 1,74. 1 citace SCOPUS

- Šimurda D., Fürst J., Luxa M. (2013). 3D Flow Past Transonic Turbine Cascade SE 1050 - Experiment and Numerical Simulations. *Journal of Thermal Science.*, Vol. 22, Issue. 4, pp. 311-319. IF: 0,68, 5 citací SCOPUS
- Lepicovsky J., Šimurda D. (2018). Past Developments and Current Advancements in Unsteady Pressure Measurements in Turbomachines. *ASME J Turbomach.* TURBO-17-1083; doi: 10.1115/1.4040419, IF: 2.453
- Šimurda D., Luxa M., Šafařík P. (2010). Aerodynamic Research on the MCA – Type Compressor Blade Cascade. *ASME Paper GT2010-22153*. In *Proceedings of ASME Turbo Expo 2010 : Power for Land, Sea and Air*. Glasgow : ASME, 2010. 1 citace SCOPUS
- Hála, J., Luxa, M., Šimurda, D. et al.: Optimization of Root Section for Ultra-long Steam Turbine Rotor Blade, *J. Therm. Sci.* (2018) 27: 95. <https://doi.org/10.1007/s11630-018-0989-0>, IF: 0,68. 1 citace SCOPUS

Role osoby při řešení projektu	Člen řešitelského týmu
Jméno, příjmení, tituly	doc. Ing. Martin Luxa, Ph.D.
Ročník narození	1964
Pracovní kapacita vymezená na projekt (část úvazku např. 0,4)	0,1
Organizace, pracoviště	Ústav termomechaniky AV ČR, v.v.i.
Telefon	+420 266 053 352
E-mail	luxa@it.cas.cz

Stěžejní vykonávané činnosti při řešení projektu

Analýza aerodynamických dat, návrh úprav tunelu pro daný typ mříže

Prokázání odborné způsobilosti (5 nejlepších dosažených výsledků)

- Radnic T., Hála J., Luxa M., Šimurda D., Fürst J., Hasnedl D., Kellner J. (2018). Aerodynamic Effects of Tie-Boss in Extremely Long Turbine Blades. *ASME J Gas Turb Pwr.* Vol. 140, Issue 11, doi: 10.1115/1.4040093, IF: 1.74doi: 10.1115/1.4040093. IF: 1,74, 1 citace SCOPUS...
- Šimurda D., Fürst J., Luxa M. (2013). 3D Flow Past Transonic Turbine Cascade SE 1050 - Experiment and Numerical Simulations. *Journal of Thermal Science.*, Vol. 22, Issue. 4, pp. 311-319. IF: 0,68, 5 citací SCOPUS
- Luxa M., Dvořák R., Šimurda D., Vimmr J. (2009). Pneumatic Measurements Downstream of a Radial Turbine Nozzle Cascade. *Journal of Thermal Science*, Vol. 19, Issue. 1, pp. 42-46., IF: 0,68, 4 citace SCOPUS
- Luxa M., Příhoda J., Šimurda D., Straka P., Synáč J. (2016). Investigation of the Compressible Flow through the Tip-Section Turbine Blade Cascade with Supersonic Inlet. *Journal of Thermal Science.*, Vol. 25, Issue. 2, pp. 138-144. IF: 0,68. 2 citace SCOPUS

- Luxa M., Synáč J., Šafařík P., Šimurda D. (2012). Causes and solution of periodicity of supersonic flow field downstream of a profile cascade. *Komunikácie*, Vol. 14, Issue 24 A, pp. 23-28, 5 citací SCOPUS

Role osoby při řešení projektu	Člen řešitelského týmu
Jméno, příjmení, tituly	Ing. Jindřich Hála
Ročník narození	1990
Pracovní kapacita vymezená na projekt (část úvazku např. 0,4)	0,2
Organizace, pracoviště	Ústav termomechaniky AV ČR, v.v.i.
Telefon	+420 266 053 303
E-mail	hala@it.cas.cz

Stěžejní vykonávané činnosti při řešení projektu

servisní CFD výpočty jako podpora konstrukce a experimentů, publikace

Prokázání odborné způsobilosti (5 nejlepších dosažených výsledků)

- Radnic T., Hála J., Luxa M., Šimurda D., Fürst J., Hasnedl D., Kellner J. (2018). Aerodynamic Effects of Tie-Boss in Extremely Long Turbine Blades. *ASME J Gas Turb Pwr.* Vol. 140, Issue 11, doi: 10.1115/1.4040093, IF: 1,74. 1 citace SCOPUS
- Hála J., Luxa M., Šimurda D. et al.: Optimization of Root Section for Ultra-long Steam Turbine Rotor Blade, *J. Therm. Sci.* (2018) 27: 95. <https://doi.org/10.1007/s11630-018-0989-0>, IF: 0,68. 1 citace SCOPUS
- Pešek L., Hála J., Šulc P., Chládek Š., Bula V., Uruba V., Cibulka J. (2017). Design of low-subsonic blade cascade model for aero-structural dynamic testing. In *Proceedings of DYMAMESI 2017*. Crakow, 2017
- Hála J., Luxa M., Bublík O., Prausová H., Vimmr J. (2016). Clearance gap flow: Extended pneumatic measurements and simulations by discontinuous Galerkin finite element method. *EPJ Web of Conferences*, Vol. 114, March (2016), doi: 10.1051/epjconf/201611402034
- Hála J., Luxa M., Bublík O., Prausová H., Vimmr J. (2015). Clearance gap flow: Simulations by discontinuous Galerkin method and experiments. *EPJ Web of Conferences*, Vol. 92, May (2015), doi: 10.1051/epjconf/20159202073. 1 citace SCOPUS

Role osoby při řešení projektu	Člen řešitelského týmu
Jméno, příjmení, tituly	Ing. Tomáš Radnic
Ročník narození	1989

Pracovní kapacita vymezená na projekt (část úvazku např. 0,4)	0,2
Organizace, pracoviště	Ústav termomechaniky AV ČR, v.v.i.
Telefon	+420 266 052 072
E-mail	radnic@it.cas.cz

Stěžejní vykonávané činnosti při řešení projektu

provádění experimentů, asistence při návrhu úprav měřicích prostorů, kalibrace sond, vyhodnocení

Prokázání odborné způsobilosti (5 nejlepších dosažených výsledků)

- Radnic T., Hála J., Luxa M., Šimurda D., Furst J., Hasnedl D., Kellner J. (2018). Aerodynamic Effects of Tie-Boss in Extremely Long Turbine Blades. ASME J Gas Turb Pwr. Vol. 140, Issue 11, doi: 10.1115/1.4040093, IF: 1,74. 1 citace SCOPUS
- Luxa M., Radnic T., Ryttych P. (ed.). (2017). Měřicí model pro testování vlivu drsnosti na přechod mezi vrstvy. G/B - Funkční vzorek (Gfunk). INV-17052
- Radnic T., Šimurda D., Luxa M., Furst J., Hasnedl D., Kellner J. (2016). Experimentální vyšetřování transsonické mříže se stabilizačním zařízením TIE-BOSS. In Turbostroje 2016. Plzeň: ZČU Plzeň, 2016, s. 1-7. ISBN 978-80-270-0055-5.
- Luxa M., Bobčík M., Novák O., Radnic T., Synáč J., Šimurda D. (2016). K problematice nestability supersonického vstupního proudového pole v oběžných turbínových mřížích. In Power System Engineering Thermodynamics a Fluid Flow ES 2016. Plzeň: University of West Bohemia, 2016. ISBN 978-80-261-0626-5.

5.3.2 Členové řešitelského týmu – Technická univerzita v Liberci

Role osoby při řešení projektu	Další řešitel projektu
Jméno, příjmení, tituly	doc. Ing. Petr Šidlof, Ph.D.
Ročník narození	1979
Pracovní kapacita vymezená na projekt (část úvazku např. 0,4)	0,3
Organizace, pracoviště	Fakulta mechatroniky, informatiky a mezioborových studií
Telefon	+420 485 353 015
E-mail	petr.sidlof@tul.cz

Stěžejní vykonávané činnosti při řešení projektu

Řízení a koordinace projektu, zajištění výroby mechanismu náhonu, měření, vyhodnocení dat, publikace

Odborný životopis dalšího řešitele (vlozte jako přílohu)
přiloženo k projektu jako příloha

Prokázání odborné způsobilosti (5 nejlepších dosažených výsledků)

- Šidlof P., Vlček V., Štěpán M. (2016), Experimental investigation of flow-induced vibration of a pitch-plunge NACA 0015 airfoil under deep dynamic stall, *Journal of Fluids and Structures* **67**, pp. 48-59, DOI [10.1016/j.jfluidstructs.2016.08.011](https://doi.org/10.1016/j.jfluidstructs.2016.08.011). Impakt faktor časopisu: 2.434, kvartil Q1, 6 citací
- Šidlof P., Štěpán M., Horáček J., Vlček V. (2016), Influence of torsional stiffness on flow-induced vibration of a 2DOF airfoil, in: *Proceedings of the 11th International Conference on Flow Induced Vibration & Noise*, The Hague, Netherlands, pp. 203–207
- Šidlof P., Vlček V., Štěpán M., Horáček J., Luxa M. et al. (2014), Wind tunnel measurements of flow-induced vibration of a NACA0015 airfoil model, in: *Proceedings of the ASME 2014 PVP Conference - symposium Fluid-structure interaction*, Anaheim, CA, USA
- Šidlof P., Doaré O., Cadot O., Chaigne A. (2011), Measurement of flow separation in a human vocal folds model, *Experiments in Fluids* **51**, pp. 123-136, DOI [10.1007/s00348-010-1031-9](https://doi.org/10.1007/s00348-010-1031-9), Impakt faktor časopisu: 2.195 (kvartil Q2), 21 citací
- Šidlof P., Švec J.G., Horáček J., Veselý J., Klepáček I., Havlík R. (2008), Geometry of human vocal folds and glottal channel for mathematical and biomechanical modeling of voice production, *Journal of Biomechanics* **41**, pp. 985-995, DOI [10.1016/j.jbiomech.2007.12.016](https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2007.12.016). Impakt faktor časopisu: 2.431 (kvartil Q2), 35 citací

Role osoby při řešení projektu	Člen řešitelského týmu
Jméno, příjmení, tituly	doc. Ing. Josef Černohorský, Ph.D.
Ročník narození	1979
Pracovní kapacita vymezená na projekt (část úvazku např. 0,4)	0,075 (první a druhý rok řešení projektu 0.1, třetí a čtvrtý rok 0.05)
Organizace, pracoviště	Fakulta mechatroniky, informatiky a mezioborových studií
Telefon	+420 485 353 543
E-mail	josef.cernohorsky@tul.cz

Stěžejní vykonávané činnosti při řešení projektu

Návrh a realizace servopohonu, řízení z PC a synchronizace s měřením

Prokázání odborné způsobilosti (5 nejlepších dosažených výsledků)

- Ferkova, Zelmira; Suchy, Lubos; Cernohorsky, Josef, Measurement of Switched Reluctance Motor Parameters, 19th International Conference on Electrical Drives and Power Electronics (EDPE), Dubrovnik, CROATIA, OCT 04-06, 2017, pp. 287-290

- Krcmar, Lukas; Mach, Ondrej; Cernohorsky, Josef, Design and Efficiency Mapping of an Electric Drive for Mobile Robotic Container Platform for Use in Industrial Halls, International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion (SPEEDAM), Amalfi, ITALY, JUN 20-22, 2018, pp. 963-967
- ČERNOHORSKÝ, Josef, BERAN, Jaroslav, RICHTER, Aleš, VÁŠA, Petr. Způsob a zařízení ke zkoušení hnacích řemenů, Patent č. 305142. Úřad průmyslového vlastnictví, Praha, 20. 5. 2015
- ČERNOHORSKÝ, Josef, RICHTER, Aleš, KOLÁŘ, Josef. Zařízení pro testování tramvajového podvozku, Užitný vzor č. 27416, Úřad průmyslového vlastnictví, Praha, 22. 10. 2014
- MORAVEC, Jaromír, ČERNOHORSKÝ, Josef, NOVÁKOVÁ, Iva. Zařízení ke sledování stavu tepelně zpracovávaného výrobku v průběhu jeho zpracování. Užitný vzor č. 25701, Úřad průmyslového vlastnictví, Praha, 27. 3. 2013

Role osoby při řešení projektu	Člen řešitelského týmu
Jméno, příjmení, tituly	Ing. Martin Štěpán
Ročník narození	1986
Pracovní kapacita vymezená na projekt (část úvazku např. 0,4)	0.3
Organizace, pracoviště	Fakulta mechatroniky, informatiky a mezioborových studií
Telefon	+420 485 353 820
E-mail	martin.stepan@tul.cz

Stěžejní vykonávané činnosti při řešení projektu

Příprava snímačů, měřicí elektroniky, pohonů a řízení. Zapojení měření

Prokázání odborné způsobilosti (5 nejlepších dosažených výsledků)

- Šidlof P., Vlček V., Štěpán M. (2016), Experimental investigation of flow-induced vibration of a pitch-plunge NACA 0015 airfoil under deep dynamic stall, *Journal of Fluids and Structures* **67**, pp. 48-59, DOI [10.1016/j.jfluidstructs.2016.08.011](https://doi.org/10.1016/j.jfluidstructs.2016.08.011). Impakt faktor časopisu: 2.434, kvartil Q1, 6 citací
- Šidlof P., Štěpán M., Horáček J., Vlček V. (2016), Influence of torsional stiffness on flow-induced vibration of a 2DOF airfoil, in: *Proceedings of the 11th International Conference on Flow Induced Vibration & Noise*, The Hague, Netherlands, pp. 203–207
- Šidlof P., Vlček V., Štěpán M., Horáček J., Luxa M. et al. (2014), Wind tunnel measurements of flow-induced vibration of a NACA0015 airfoil model, in: *Proceedings of the ASME 2014 PVP Conference - symposium Fluid-structure interaction*, Anaheim, CA, USA
- Štěpán M., Sanetník F. (2014), Zařízení pro navíjení filtračních patron, funkční vzorek

5.3.3 Členové řešitelského týmu - ... (název dalšího účastníka2)

Role osoby při řešení projektu	Další řešitel projektu
Jméno, příjmení, tituly	
Ročník narození	
Pracovní kapacita vymezená na projekt (část úvazku např. 0,4)	
Organizace, pracoviště	
Telefon	
E-mail	

Stěžejní vykonávané činnosti při řešení projektu

...

Prokázání odborné způsobilosti (5 nejlepších dosažených výsledků)

...

Odborný životopis dalšího řešitele (vložte jako přílohu)

Role osoby při řešení projektu	Člen řešitelského týmu
Jméno, příjmení, tituly	
Ročník narození	
Pracovní kapacita vymezená na projekt (část úvazku např. 0,4)	
Organizace, pracoviště	
Telefon	
E-mail	

Stěžejní vykonávané činnosti při řešení projektu

...

Prokázání odborné způsobilosti (5 nejlepších dosažených výsledků)

...

6 Náklady projektu

Podíly kategorií výzkumu příjemce podpory - Ústav termomechaniky AV ČR, v.v.i.

PODÍL KATEGORIÍ VÝZKUMU		2019	2020	2021	2022
ZV	Základní výzkum	100%	100%	100%	100%
PV	Průmyslový výzkum	0%	0%	0%	0%
EV	Experimentální vývoj	0%	0%	0%	0%

Podíly kategorií výzkumu dalšího účastníka1 projektu - Technická univerzita v Liberci

PODÍL KATEGORIÍ VÝZKUMU		2019	2020	2021	2022
ZV	Základní výzkum	100%	100%	100%	100%
PV	Průmyslový výzkum	0%	0%	0%	0%
EV	Experimentální vývoj	0%	0%	0%	0%

Podíly kategorií výzkumu dalšího účastníka2 projektu - ... (název dalšího účastníka2)

PODÍL KATEGORIÍ VÝZKUMU		2019	2020	2021	2022
ZV	Základní výzkum	...%	...%	...%	...%
PV	Průmyslový výzkum	...%	...%	...%	...%
EV	Experimentální vývoj	...%	...%	...%	...%

6.1 Náklady příjemce podpory – slovní zdůvodnění (Ústav termomechaniky AV ČR, v.v.i)

Chybějící nebo neúplné slovní zdůvodnění nákladů je důvodem k vyřazení návrhu projektu z VES19.

zdůvodnění jednotlivých položek uznaných nákladů projektu VaVaI podrobně specifikujte a kvantifikujte náklady hrazené z poskytnuté podpory i náklady hrazené z jiných zdrojů. Vždy nejprve ve vyplňované buňce uveďte částku, zda je hrazena z podpory, či jiných zdrojů a pak teprve podrobně slovně specifikujte položku. **Pozor! Nutná shoda s excelovskou tabulkou návrhu rozpočtu (bude posuzováno v rámci formální správnosti návrhu projektu)**

Ve slovním

Náklady v tis. Kč	2019		2020		2021		2022	
	Uznané náklady	Podpora MŠMT	Uznané náklady	Podpora MŠMT	Uznané náklady	Podpora MŠMT	Uznané náklady	Podpora MŠMT
Osobní náklady	185	185	1110	1110	1110	1110	1110	1110
Ostatní zboží a služby	0	0	370	370	228	228	78	78
Subdodávky	10	10	40	40	0	0	0	0
Odpisy DHM a DNM	0	0	0	0	0	0	0	0
Cestovné	2	2	187	187	145	145	125	125
Nepřímé náklady	46	46	416	416	370	370	328	328
Podpora MŠMT	243	243	2123	2123	1853	1853	1641	1641
Ostatní veřejné zdroje	0	0	0	0	0	0	0	0
Neveřejné zdroje	0	0	0	0	0	0	0	0

Osobní náklady jsou kalkulovány v souladu s platnými směrnici příjemce podpory a jejich celková suma pro každý rok řešení projektu sestává z následujících položek:

- hlavní řešitel Ing. Jan Lepičovský, DrSc. - hrubá mzda 50 tis. Kč/měs. při úvazku 0,4 FTE (řízení a koordinace projektu, návrh mechanismu náhonu, návrh experimentů, publikace)
- Ing. David Šimurda, Ph.D. - hrubá mzda 43 tis. Kč/měs. při úvazku 0,3 FTE (realizace experimentů, návrh úprav měřicího prostoru a bočnic, koordinace při provádění experimentů v laboratoři)
- doc. Ing. Martin Luxa, Ph.D. - hrubá mzda 56 tis. Kč/měs. při úvazku 0,1 FTE (Analýza aerodynamických dat, konzultace)
- Ing. Tomáš Radnic (student doktorského studia) - hrubá mzda 30 tis. Kč/měs. při úvazku 0,2 FTE (realizace měření a jejich vyhodnocení)
- Ing. Jindřich Hála (student doktorského studia těsně před dokončením) - hrubá mzda 30 tis. Kč/měs. při úvazku 0,2 FTE (servisní CFD výpočty s komerčním řešičem pro ověření návrhů a přípravu měření)
- technik - hrubá mzda 27 tis. Kč/měs. při úvazku 0,3 FTE (konstrukce, technická realizace měření)
- dělník - hrubá mzda 27 tis. Kč/měs. při úvazku 0,2 FTE (výroba, montáž a úpravy součástí měřeného modelu a měřicího prostoru)
- administrativní podpora - hrubá mzda 25 tis. Kč/měs. při úvazku 0,16 FTE

K osobním nákladům jsou připočteny povinné odvody sociálního a zdravotního pojištění a příspěvek na FKSP ve výši 36 % z objemu hrubých mezd.

“Ostatní zboží a služby” sestávají pro jednotlivé roky z položek:

1. rok (2019):

žádné náklady nejsou plánovány

2. rok (2020):

výroba 2ks pevných lopatek modelu - 40 tis. Kč;

výroba instrumentované lopatky modelu - 40 tis. Kč;

úprava měřicího prostoru modulárního aerodynamického tunelu - 20 tis. Kč;

výroba součástí k odsávání měřicího prostoru modulárního aerodynamického tunelu - 30 tis. Kč;

výroba 2ks bočnic měřicího prostoru modulárního aerodynamického tunelu - 40 tis. Kč;

Úvodní měření v modulárním tunelu budou provedena s modelem sestávajícím ze 3 lopatek při subsonických rychlostech.

servomotor náhonu lopatky - 25 tis. Kč;

kontrolér a ovládání pohonu lopatky - 30 tis. Kč.;

Servomotor a kontrolér jsou nutné součásti pohonu pohyblivé (kmitající lopatky).

sonda s děleným filmem - 38 tis. Kč;

příslušenství k sondě s děleným filmem - 21 tis. Kč;

Sonda s děleným filmem bude použita pro měření v úplavu za modelem.

náklady na drobnou výrobu a služby - 50 tis. Kč;

konferenční poplatky (2x konference GUIDe v USA, tuzemské konference) - 36 tis. Kč;

3. rok (2021):

výroba dalších 2ks pevných lopatek modelu pro měření ve velkém aerodynamickém tunelu - 40 tis. Kč.;

výroba součástí k odsávání měřicího prostoru velkého aerodynamického tunelu - 30 tis. Kč;

výroba 2ks bočnic měřicího prostoru velkého aerodynamického tunelu - 80 tis. Kč;

Měření ve velkém aerodynamickém tunelu budou provedena s modelem sestávajícím z 5 lopatek. Zde budou provedena měření při transsonických rychlostech.

náklady na drobnou výrobu a služby - 50 tis. Kč;

konferenční poplatky (1x konference GUIDe v USA, tuzemské konference) - 28 tis. Kč;

4. rok (2022):

náklady na drobnou výrobu a služby - 50 tis. Kč;

konferenční poplatky (1x konference GUIDe v USA, tuzemské konference) - 28 tis. Kč;

“Subdodávky” sestávají pro jednotlivé roky z položek:

1. rok (2019)

konstrukční návrh a uložení pohonu lopatek studie - 10tis. Kč;

2.rok (2020)

konstrukční návrh a uložení pohonu lopatek - 40tis. Kč;

Pro roky 2021 a 2022 nejsou subdodávky plánovány.

ÚT AV ČR ani FM TUL nemá vlastní konstruktérský tým a tuto malou část projektových nákladů je tak efektivnější vynaložit jako subdodávku.

“**Cestovné**” sestává pro jednotlivé roky z položek:

1. rok (2019)

cesty do detašované laboratoře v Novém Kníně - 2tis. Kč

2. rok (2020)

cesty na Duke University (spolupráce s partnerem) - 80 tis. Kč;

cesty na konference (2x konference GUIde, tuzemské konference) - 94 tis. Kč;

cesty do detašované laboratoře v Novém Kníně - 13 tis. Kč;

3. rok (2021)

cesty na Duke University (spolupráce s partnerem) - 80 tis. Kč;

cesty na konference (1x konference GUIde, tuzemské konference) - 52 tis. Kč;

cesty do detašované laboratoře v Novém Kníně - 13 tis. Kč;

4. rok (2022)

cesty na Duke University (spolupráce s partnerem) - 60 tis. Kč;

cesty na konference (1x konference GUIde, tuzemské konference) - 52 tis. Kč;

cesty do detašované laboratoře v Novém Kníně - 13 tis. Kč;

Nepřímé náklady jsou v souladu se zadávací dokumentací kalkulovány jako 25 % hodnoty přímých nákladů projektu (součet kategorií mzdy, zboží, služby a cestovné).

6.1 Náklady dalšího účastníka1 projektu – slovní zdůvodnění (Technická univerzita v Liberci)

Chybějící nebo neúplné slovní zdůvodnění nákladů je důvodem k vyřazení návrhu projektu z VES19.

jednotlivých položek uznaných nákladů projektu VaVal podrobně specifikujte a kvantifikujte náklady hrazené z poskytnuté podpory i náklady hrazené z jiných zdrojů. Vždy nejprve ve vyplňované buňce uveďte částku, zda je hrazena z podpory, či jiných zdrojů a pak teprve podrobně slovně specifikujte položku. **Pozor! Nutná číselná shoda s excelovskou tabulkou návrhu rozpočtu (bude posuzováno v rámci formální správnosti návrhu projektu)**

Ve slovním zdůvodnění

Náklady v tis. Kč	2019		2020		2021		2022	
	Uznané náklady	Podpora MŠMT	Uznané náklady	Podpora MŠMT	Uznané náklady	Podpora MŠMT	Uznané náklady	Podpora MŠMT
Osobní náklady	107	107	642	642	602	602	602	602
Ostatní zboží a služby	0	0	30	30	40	40	40	40
Subdodávky	0	0	0	0	0	0	0	0
Odpisy DHM a DNM	0	0	0	0	0	0	0	0
Cestovné	5	5	90	90	90	90	125	125
Nepřímé náklady	28	28	190	190	183	183	191	191
Podpora MŠMT	140	140	952	952	915	915	958	958
Ostatní veřejné zdroje	0	0	0	0	0	0	0	0
Neveřejné zdroje	0	0	0	0	0	0	0	0

Osobní náklady jsou kalkulovány v souladu s platnými směrnici dalšího účastníka. K hrubé mzdě jsou připočteny povinné odvody sociálního a zdravotního pojištění ve výši 34 % z objemu hrubých mezd. Mzda z projektu bude vyplácena:

- Řešiteli, doc. Petru Šidlovi, a to ve výši 55 tis. Kč/měs. (přepočteno na plný úvazek), přičemž úvazek řešitele na projektu čítá 0,3 FTE (v letech 2020-2022), v roce 2019 pak vzhledem ke 2 měsícům řešení 0,05 FTE, tj. 0,3 úvazku v posledních dvou měsících).
- Dalšímu členovi řešitelského týmu, doc. Josefu Černohorskému, který bude pobírat hrubou měsíční mzdu ve výši 50 tis. Kč (přepočteno na plný úvazek), přičemž úvazek na projektu činí v roce 2019 0,017 FTE (tj. 0,1 úvazku v posledních dvou měsících roku), v roce 2020 pak 0,1 FTE a v posledních dvou letech řešení 0,05 FTE.
- Dalšímu odbornému pracovníkovi (Ing. Martin Štěpán), který bude pobírat měsíční mzdu 35 tis. Kč (přepočteno na plný úvazek), přičemž do projektu bude zapojen v roce 2019 na 0,033 FTE (poslední dva měsíce roku na 0,2 úvazek), v dalších letech řešení 2020 - 2022 pak na 0,2 FTE.
- Studentovi doktorského studia, který bude pobírat měsíční mzdu 25 tis. Kč (přepočteno na plný úvazek), do projektu bude zapojen v roce 2019 na 0,05 FTE (poslední dva měsíce roku na 0,3 úvazek), v dalších letech 2020 - 2022 pak na 0,3 FTE.
- Administrativní podpora je zapojena do projektu 0,1 FTE (v r. 2019 pak 0,017 FTE) a bude pobírat hrubou měsíční mzdu 25 tis. Kč (přepočteno na plný úvazek).

Položka zboží a služby v jednotlivých letech řešení obsahuje:

Pro 2. rok řešení (2020)

drobný elektromateriál (konektory, vodiče, zdroje, elektronické součástky, adaptéry, tenzometry a příslušenství) pro realizaci experimentů v celkové výši 20 tis. Kč, poplatek za domácí konferenci Topical Problems of Fluid Mechanics (3.5tis Kč) a jednu zahraniční konferenci (Flow-Induced Vibration) ve výši 6.5 tis. Kč, tj. celkem 30 tis. Kč.

Pro 3. rok řešení (2021)

drobný elektromateriál pro realizaci experimentů v celkové výši 20 tis. Kč, poplatek za konferenci konsorcia GUIde a jednu další evropskou konferenci ve výši 2x 10 tis. Kč, tj. celkem 40 tis. Kč.

Pro 4. rok řešení (2022)

drobný elektromateriál pro realizaci experimentů v celkové výši 20 tis. Kč, poplatek za zahraniční konferenci konsorcia GUIde ve výši 10 tis. Kč a poplatek za domácí konferenci Experimental Fluid Mechanics ve výši 10 tis. Kč, tj. celkem 40 tis. Kč.

Položka cestovné v jednotlivých letech řešení projektu obsahuje:

1. rok řešení (2019)

- výdaje na služební cesty do Nového Knína (laboratoř ÚT AV ČR, kde budou realizovány experimenty). Plánována je jedna jednodenní služební cesta pro 2 osoby vč. stravného (1,5 tis. Kč) a jedna dvoudenní cesta pro 2 osoby (2 tis. Kč vč. stravného, ubytování v laboratoři zdarma). Dále jsou plánovány služební cesty na pracoviště hlavního řešitele v Praze

hromadnou dopravou s náklady 1.5 tis Kč, vše celkem 5tis Kč. Výše cestovních náhrad je kalkulována v souladu s interními předpisy a směrnicemi dalšího účastníka.

2. rok řešení (2020)

- 4 dvoudenní a 2 jednodenní tuzemské služební cesty do Nového Knína pro dvě osoby (měření a kontrolní dny projektu) ve výši 4 x 2 tis. Kč (vč. stravného, ubytování zdarma) a 2 x 1,5 tis. Kč, opakované jednodenní cesty do Prahy služebním vozem (v případě převozu měřicí techniky) či hromadnou dopravou celkem 9tis Kč, tj. celkem 20 tis. Kč.
- zahraniční služební cesta za partnerskou organizací Duke University pro 1 osobu a 5 dní, a to ve výši 40 tis. Kč (zpáteční letenka, místní doprava a ubytování, zákonné náhrady).
- zahraniční služební cesta na mezinárodní konferenci Flow-Induced Vibration pro 1 osobu v celkové výši 30 tis. Kč (zpáteční letenka, místní doprava a ubytování, zákonné náhrady).

Tj. celkem 90 tis. Kč. Výše cestovních náhrad je kalkulována v souladu s interními předpisy a směrnicemi dalšího účastníka.

3. rok řešení (2021)

- 4 dvoudenní a 2 jednodenní tuzemské služební cesty do Nového Knína pro dvě osoby (měření a kontrolní dny projektu) ve výši 4 x 2 tis. Kč (vč. stravného, ubytování zdarma) a 2 x 1,5 tis. Kč, opakované jednodenní cesty do Prahy služebním vozem (v případě převozu měřicí techniky) či hromadnou dopravou celkem 9tis Kč, tj. celkem 20 tis. Kč.
- zahraniční služební cesta na konferenci konsorcia GUIde v USA pro 1 osobu v celkové výši 40 tis. Kč/osobu (zpáteční letenka, místní doprava a ubytování, zákonné náhrady).
- zahraniční služební cesta na evropskou konferenci pro 1 osobu v celkové výši 30 tis. Kč (zpáteční letenka, místní doprava a ubytování, zákonné náhrady).

Tj. celkem 90 tis. Kč. Výše cestovních náhrad je kalkulována v souladu s interními předpisy a směrnicemi dalšího účastníka.

4. rok řešení (2022)

- 4 dvoudenní a 2 jednodenní tuzemské služební cesty do Nového Knína pro dvě osoby (měření a kontrolní dny projektu) ve výši 4 x 2 tis. Kč (vč. stravného, ubytování zdarma) a 2 x 1,5 tis. Kč, opakované jednodenní cesty do Prahy služebním vozem (v případě převozu měřicí techniky) či hromadnou dopravou celkem 9tis Kč, tj. celkem 20 tis. Kč.
- zahraniční služební cesta za partnerskou organizací Duke University pro 2 osoby a 5 dní, a to v celkové výši 60 tis. Kč (2 zpáteční letenky, místní doprava a společné ubytování, náhrady)
- zahraniční služební cesta na konferenci konsorcia GUIde v USA v celkové výši 40 tis. Kč pro jednu osobu (zpáteční letenka, místní doprava a ubytování, zákonné náhrady)
- tuzemská služební cesta na mezinárodní konferenci (např. Topical Problems of Fluid Mechanics, Experimental Fluid Mechanics apod.) pro 1 osobu, 3 dny ve výši 5 tis. Kč (vč. ubytování a zákonných náhrad).

Tj. celkem 125 tis. Kč. Výše cestovních náhrad je kalkulována v souladu s interními předpisy a směrnicemi dalšího účastníka.

Nepřímé náklady jsou v souladu se zadávací dokumentací kalkulovány jako 25 % hodnoty přímých nákladů projektu (součet kategorií mzdy, zboží, služby a cestovné). Metodou vykazování nepřímých nákladů na TUL je full cost. TUL postupuje podle směrnice k vykazování nepřímých nákladů z r. 2012, která byla auditována firmou Deloitte. Nepřímé náklady obsahují zejména náklady vodné, stočné, energie, telefony, služby připojení k internetu apod.

6.1 Náklady dalšího účastníka 2 – slovní zdůvodnění ...(název dalšího účastníka projektu)

Chybějící nebo neúplné slovní zdůvodnění nákladů je důvodem k vyřazení návrhu projektu z VES19.

jednotlivých položek uznaných nákladů projektu VaVaI podrobně specifikujte a kvantifikujte náklady hrazené z poskytnuté podpory i náklady hrazené z jiných zdrojů. Vždy nejprve ve vyplňované buňce uveďte částku, zda je hrazena z podpory, či jiných zdrojů a pak teprve podrobně slovně specifikujte položku. **Pozor! Nutná číselná shoda s excelovskou tabulkou návrhu rozpočtu (bude posuzováno v rámci formální správnosti návrhu projektu)**

Ve slovním zdůvodnění

Náklady v tis. Kč	2019		2020		2021		2022	
	Uznané náklady	Podpora MŠMT	Uznané náklady	Podpora MŠMT	Uznané náklady	Podpora MŠMT	Uznané náklady	Podpora MŠMT
Osobní náklady								
Ostatní zboží a služby								
Subdodávky								
Odpisy DHM a DNM								
Cestovné								
Nepřímé náklady								
Podpora MŠMT								
Ostatní veřejné zdroje								
Neveřejné zdroje								

5 Doplňující informace

5.1 Název projektu anglicky

Advanced experimental research on synchronous and non-synchronous blade vibration

5.2 Cíl projektu anglicky

The project is focused on the research of dangerous flow-induced blade vibrations in turbomachinery - blade flutter. The main goal of the project is the development of new methods for experimental research of blade flutter in transonic blade cascades, and research of the primary causes and mechanisms leading to the onset of blade oscillation. A new transonic blade cascade instrumented with miniature pressure transducers will be designed, with one blade oscillating by means of an external computer-controlled servodrive. Pressure load on the blades and flow velocity in the wake will be measured with high sampling frequency in a high-speed wind tunnel. The project will combine the expertise and unique facilities for the experimental research of transonic flow in blade cascades of the Czech research team with the knowledge and experience of the team at Duke University in theoretical and numerical methods for blade flutter research.

5.3 Klíčová slova česky

lopatkový flutter; turbostroj; experimentální metody; vysokorychlostní aerodynamika

5.4 Klíčová slova anglicky

blade flutter; turbomachine; experimental methods; high-speed aerodynamics;

5.5 Klasifikace hlavního vědního oboru řešení – viz nápověda

JU - Aeronautika, aerodynamika, letadla

5.6 Klasifikace vedlejšího vědního oboru řešení – viz nápověda

JU - Aeronautika, aerodynamika, letadla

5.7 Klasifikace dalšího vedlejšího vědního oboru řešení – viz nápověda

-

5.8 Stupeň důvěrnosti údajů

C	Předmět řešení projektu podléhá obchodnímu tajemství (§17 až 20 obch. zák.), ale název projektu, anotace projektu a u ukončeného nebo zastaveného projektu zhodnocení výsledku řešení projektu dodané do CEP jsou upraveny tak, aby byly zveřejnitelné.
S	Úplné a pravdivé údaje o projektu nepodléhají ochraně podle zvláštních právních předpisů.
U	Předmět řešení projektu je utajovanou skutečností podle zvláštních právních předpisů nebo je skutečností, jejíž zveřejnění by mohlo ohrozit činnost zpravodajské služby. Údaje o projektu jsou upraveny tak, aby byly zveřejnitelné.

5.9 NACE kód

http://ec.europa.eu/competition/mergers/cases/index/nace_all.html

M72.1

6 Seznam příloh

6.1 Povinné přílohy za navrhovaného příjemce a každého navrhovaného účastníka projektu

6.1.1 Doklady prokazující oprávnění k činnosti

Příložením prosté kopie dokladu o oprávnění k podnikání nebo jiného průkazného oprávnění k návrhu projektu, dokládající, že předmětem činnosti je mj. výzkum a vývoj (dokumenty dokládající, že předmětem činnosti je mj. výzkum a vývoj nedokládají subjekty zřízené zvláštním právním předpisem a jmenovitě uvedené v tomto předpisu- např. veřejné a státní vysoké školy nebo veřejné výzkumné instituce)

- Pro příjemce ÚT AV ČR (VVI) ani TUL (VVS) není relevantní

6.1.2 Čestné prohlášení o způsobilosti k řešení projektu

Čestné prohlášení musí obsahovat razítko a podpisy všech členů statutárního orgánu uchazeče/dalšího účastníka projektu

- Doloženo

6.1.3 Návrh smlouvy o účasti na řešení projektu

Pokud se na řešení projektu účastní více subjektů na české straně, tak součástí návrhu projektu musí být návrh smlouvy o spolupráci mezi příjemcem a dalším účastníkem, který mj. řeší úpravu vlastnických vztahů k poznatkům a výsledkům projektu a práv na jejich využití.

- Doloženo

6.1.4 Souhlas se zpracováním osobních údajů

Týká se řešitele, dalších řešitelů a všech členů řešitelského týmu.

- Doloženo

6.1.5 Dokumenty prokazující spolupráci s americkým partnerem „Letter of Intent“

- Doloženo v anglickém jazyce

6.1.6 Anotace projektu pro oponenta

Zde obecně popište Váš projekt. Tato část bude zasílána možným oponentům, aby se vyjádřili, zda jsou schopni a ochotni projekt oponovat. Anotace bude zaslána možným oponentům, kteří se ještě nezavázali mlčenlivostí, proto zvažte, jaké informace v této části uvedete.

Doporučený rozsah ½ - 1 strana A4

- Doloženo

6.1.7 Životopis hlavního řešitele a klíčových osob

- Doloženo pro řešitele (Ing. Jan Lepičovský, DrSc.) spoluřešitele (doc. Ing. Petr Šidlof, Ph.D.) a klíčové osoby (doc. Ing. Martin Luxa, Ph.D., Ing. David Šimurda, Ph.D., doc. Ing. Josef Černožorský, Ph.D.)

6.1.8 Vyplněný excelovský soubor finanční tabulky návrhu projektu

- Doloženo

6.1.9 Další povinné přílohy

kopie plné moci/vnitřní předpis, podepisuje-li na jejím základě pověřená osoba dokument, ze kterého jasně vyplývá podpisová pravomoc (viz Zadávací dokumentace)

- Pro tento návrh není relevantní

6.2 Ostatní přílohy

- Memorandum of Understanding mezi Duke University a Ústavem Termomechaniky AV ČR
- dopis od prof. Kielba

7 Nápořěda

7.1 Právní forma subjektu

<http://www.vyzkum.cz/FrontClanek.aspx?idsekce=1376>

7.2 Státní příslušnost

<http://www.vyzkum.cz/FrontClanek.aspx?idsekce=1371>

7.3 Klasifikace hlavního vědního oboru řešení

<http://www.vyzkum.cz/FrontClanek.aspx?idsekce=1374>

7.4 Klasifikace vedlejšího vědního oboru řešení

<http://www.vyzkum.cz/FrontClanek.aspx?idsekce=1374>

7.5 Klasifikace dalšího vedlejšího vědního oboru řešení

<http://www.vyzkum.cz/FrontClanek.aspx?idsekce=1374>

Příloha II smlouvy
Uznané náklady a finanční zdroje Projektu

Tabulka uznaných nákladů Ústav termomechaniky AV ČR, v.v.i.



Program: INTER-EXCELLENCE

Podprogram: INTER-ACTION

Název projektu: Pokročilý experimentální výzkum synchronního a nesynchronního kmitání lopatek

Roky														Celkem	
2019		2020		2021		2022									
Uznané náklady (v tis. Kč)		z toho podpora MŠMT (v tis. Kč)	Uznané náklady (v tis. Kč)	z toho podpora MŠMT (v tis. Kč)	Uznané náklady (v tis. Kč)	z toho podpora MŠMT (v tis. Kč)	Uznané náklady (v tis. Kč)	z toho podpora MŠMT (v tis. Kč)	Uznané náklady (v tis. Kč)	z toho podpora MŠMT (v tis. Kč)	Uznané náklady (v tis. Kč)	z toho podpora MŠMT (v tis. Kč)	Uznané náklady (v tis. Kč)	z toho podpora MŠMT (v tis. Kč)	
Osobní náklady		185	185	1 110	1 110	1 110	1 110	1 110	1 110	1 110	1 110	1 110	3 515	3 515	
Ostatní zboží a služby		0	0	370	370	228	228	78	78	78	78	78	676	676	
Subodávky (max. 10%)*		10	10	40	40	0	0	0	0	0	0	0	50	50	
Členský poplatek*		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Odpisy DHM a DNIM			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cestovné		2	2	187	187	145	145	125	125	125	125	125	459	459	
Neřímé náklady 25,0%		46	46	416	416	370	370	328	328	328	328	328	1 160	1 160	
Náklady celkem		243	243	2 123	2 123	1 853	1 853	1 641	1 641	1 641	1 641	1 641	5 860	5 860	
Roky														Celkem	
2019		2020		2021		2022									
Podpora MŠMT		243		2 123		1 853		1 641		1 641		1 641	5 860		
Ostatní veřejné zdroje		0		0		0		0		0		0	0		
Neveřejné zdroje		0		0		0		0		0		0	0		
Zdroje celkem		243		2 123		1 853		1 641		1 641		1 641	5 860		

U nepřímých nákladů je možné využít předdefinovanou hodnotu (lze vepsat i vlastní hodnoty, které se automaticky přepočítají)

* z položky "Subdodávky" a položky "Členský poplatek" nelze počítat nepřímé náklady

Poznámka: tabulka nesmí obsahovat žádné červené pole.

Finanční položky nesmí obsahovat DPH u příjmu/dalšího účastníka projektu, který se chová jako plátec DPH

Tabulka uznaných nákladů *Technická univerzita v Liberci*



Program: INTER-EXCELLENCE Podprogram: INTER-ACTION

Název projektu: Pokročilý experimentální výzkum synchronního a nesynchronního kmitání lopatek

Roky													Celkem	
Náklady		2019		2020		2021		2022						
	Uznané náklady (v tis. Kč)	z toho podpora MŠMT (v tis. Kč)	Uznané náklady (v tis. Kč)	z toho podpora MŠMT (v tis. Kč)	Uznané náklady (v tis. Kč)	z toho podpora MŠMT (v tis. Kč)	Uznané náklady (v tis. Kč)	z toho podpora MŠMT (v tis. Kč)	Uznané náklady (v tis. Kč)	z toho podpora MŠMT (v tis. Kč)	Uznané náklady (v tis. Kč)	z toho podpora MŠMT (v tis. Kč)		
Osobní náklady	107	107	642	642	602	602	602	602	602	602	1 953	1 953		
Ostatní zboží a služby	0	0	30	30	40	40	40	40	40	40	110	110		
Subdodávky (max. 10%)*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Členský poplatek*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Odpisy DHM a DNM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Cestovné	5	5	90	90	90	90	125	125	125	125	310	310		
Neprímé náklady 25,0%	28	28	190	190	183	183	191	191	191	191	592	592		
Náklady celkem	140	140	952	952	915	915	958	958	958	958	2 965	2 965		
Roky													Celkem	
Zdroje		2019		2020		2021		2022						
Podpora MŠMT	140	140	952	952	915	915	958	958	958	958	2 965	2 965		
Ostatní veřejné zdroje	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Neveřejné zdroje	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Zdroje celkem	140	140	952	952	915	915	958	958	958	958	2 965	2 965		

U nepřímých nákladů je možné využít předdefinovanou hodnotu (lze vepsat i vlastní hodnoty, které se automaticky přepočítají)

* z položky "Subdodávky" a položky "Členský poplatek" nelze počítat nepřímé náklady

Poznámka: tabulka nesmí obsahovat žádné červené pole.

Finanční položky nesmí obsahovat DPH u příjmu/dalšího účastníka projektu, který se chová jako plátce DPH

Tabulka uznaných nákladů za projekt



Program: INTER-EXCELLENCE Podprogram: INTER-ACTION

Název projektu: Pokročilý experimentální výzkum synchronního a nesynchronního kmitání lopatek

Roky									
Náklady	2019		2020		2021		2022		Celkem
	Uznané náklady (v tis. Kč)	z toho podpora MŠMT (v tis. Kč)	Uznané náklady (v tis. Kč)	z toho podpora MŠMT (v tis. Kč)	Uznané náklady (v tis. Kč)	z toho podpora MŠMT (v tis. Kč)	Uznané náklady (v tis. Kč)	z toho podpora MŠMT (v tis. Kč)	
	292	292	1 752	1 752	1 712	1 712	1 712	1 712	
Osobní náklady									786
Ostatní zboží a služby	0	0	400	400	268	268	118	118	786
Subdotávky (max. 10%)*	10	10	40	40	0	0	0	0	50
Členský poplatek*	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Odpisy DHM a DNM	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cestovné	7	7	277	277	235	235	250	250	769
Nepřímé náklady	74	74	606	606	553	553	519	519	1 752
Náklady celkem	383	383	3 075	3 075	2 768	2 768	2 599	2 599	8 825
Roky									
Zdroje	2019		2020		2021		2022		Celkem
	383		3 075		2 768		2 599		
	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ostatní veřejné zdroje	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Neveřejné zdroje	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zdroje celkem	383		3 075		2 768		2 599		8 825

U nepřímých nákladů je možné využít předdefinovanou hodnotu (lze vepsat i vlastní hodnoty, které se automaticky přepočítají)

* z položky "Subdotávky" a položky "Členský poplatek" nelze počítat nepřímé náklady

Poznámka: tabulka nesmí obsahovat žádné červené pole.

Finanční položky nesmí obsahovat DPH u příjmu/dalšího účastníka projektu, který se chová jako plátc DPH

**Příloha III ke smlouvě
Plán hodnocení Projektu**

- 1) Poskytovatel provádí kontrolu a hodnocení Projektu (dále jen „kontrola“) podle tohoto plánu hodnocení Projektu v souladu s § 13 zákona č. 130/2002 Sb.
- 2) Poskytovatel, pokud nerozhodne jinak, provádí kontrolu u projektů, jejichž řešení trvá více než 2 roky, zpravidla dvakrát – jednou přibližně v polovině řešení Projektu a jednou po ukončení řešení Projektu. U projektů, jejichž řešení trvá kratší dobu, se kontrola provádí zpravidla jednou až po ukončení řešení Projektu.
- 3) Poskytovatel provádí kontrolu ve dvou stupních:
 - I. Monitoring: kontrola I. stupně se provádí zpravidla v polovině délky řešení Projektu, a to u projektů, u nichž je podpora poskytována na dobu delší než 2 roky. U projektů, u nichž je podpora poskytována na dobu řešení 2 roky a kratší, se zpravidla kontrola I. stupně provádí až po ukončení řešení projektu a stává se tak součástí kontroly II. stupně. Kontrola probíhá vždy za účasti člena/členů odborného poradního orgánu poskytovatele nebo poskytovatelem určeného odborníka/určených odborníků, a to na základě příjemcem předložené průběžné zprávy. Průběžná zpráva obsahuje informace a přílohu podle odst. 6 písm. a) této přílohy. Závěrečná zpráva obsahuje informace a přílohu podle odst. 6 písm. b) této přílohy. Poskytovatel si však vyhrazuje právo uskutečnit kontrolu I. stupně i v jiných časových úsecích řešení Projektu.
 - II. Evaluace: kontrola II. stupně navazuje vždy až na kontrolu I. stupně a je realizována za účasti člena/členů odborného poradního orgánu poskytovatele nebo poskytovatelem určeného odborníka/určených odborníků, a to na základě příjemcem předložené průběžné zprávy či závěrečné zprávy. Závěrečná zpráva obsahuje informace a přílohu podle odst. 6 písm. b) této přílohy. Evaluace může být navázána na provedení finanční nebo veřejnosprávní finanční kontroly, kterou provádí rovněž poskytovatel. Poskytovatel provádí hodnocení II. stupně (evaluaci) vždy při zjištění nesouladu v I. stupni hodnocení (monitoringu) a vždy po ukončení řešení Projektu.
- 4) Podle výsledku hodnocení ve II. stupni bude Projekt zařazen do jedné z následujících kategorií:

V	Projekt úspěšně plní/splnil stanovené cíle v souladu se smlouvou; bylo dosaženo vynikajících výsledků ve výzkumu a vývoji mezinárodního významu. Výsledek hodnocení Projektu v této kategorii je třeba podrobně odůvodnit popisem skutečností, které prokazatelně ovlivňují nebo ovlivnily aktuální světové trendy výzkumu a vývoje.
U	Projekt plní/splnil stanovené cíle v rozsahu stanoveném ve smlouvě („uspěl podle zadání“) a byly získány kvalitní výsledky ve výzkumu a vývoji na národní úrovni.
O	Projekt neplní/nesplnil stanovené cíle z důvodů, které nemohl poskytovatel ani příjemce předvídat. Ostatní podmínky stanovené ve smlouvě byly ale dodrženy. Výsledek hodnocení Projektu v této kategorii je třeba podrobně odůvodnit popisem a vysvětlením skutečností, které příjemce objektivně nemohl předvídat a které mu z prokazatelně objektivních důvodů znemožnily splnit všechny cíle stanovené v Příloze II. Nesplněné cíle

	jsou kategorizovány na cíle, které nebyly naplněny vůbec a cíle, které byly naplněny zčásti. V druhém případě je třeba specifikovat, do jaké míry byly cíle naplněny. Protože výsledek hodnocení Projektu v kategorii „O“ znamená nesplnění některých závazků příjemce stanovených ve smlouvě, případné uplatnění sankcí je třeba posuzovat v souladu s článkem 9 smlouvy.
S	Projekt neplní/nesplnil stanovené cíle, podmínky stanovené smlouvou nebyly ze strany příjemce dodrženy. Výsledek hodnocení Projektu v této kategorii znamená neplnění podmínek smlouvy a uplatnění sankcí je třeba posuzovat v souladu s články 9 a 10 smlouvy.

- 5) V souvislosti s vyhodnocením Programu může poskytovatel požadovat, aby příjemce předložil další podklady pro závěrečné zhodnocení výsledků Projektu, případných přínosů Projektu a jejich socioekonomických dopadů v návaznosti na vyčerpanou podporu v období až do 180 dnů ode dne ukončení poskytování podpory v rámci Programu.
- 6) Pro účely kontroly Projektu v průběhu a na konci jeho řešení má příjemce povinnost předložit poskytovateli ke schválení následující dokumenty:
- a) průběžnou zprávu o řešení Projektu, je-li podle ustanovení odst. 3) této přílohy vyžadována. Průběžná zpráva musí obsahovat:
- informace o postupu prací na Projektu,
 - zhodnocení dosažených dílčích cílů Projektu,
 - porovnání skutečně provedených prací na Projektu s plánovaným harmonogramem,
 - přehled a zdůvodnění případných změn, které během řešení Projektu nastaly oproti původním plánům v harmonogramu a rozpočtu, včetně uvedení stanoviska poskytovatele,
 - porovnání výše skutečně vynaložených uznaných nákladů a výše skutečně čerpané podpory s plánovaným rozpočtem,
 - porovnání skutečných výstupů Projektu s daty zveřejněnými příjemcem,
 - roční vyúčtování uznaných nákladů Projektu, včetně souhrnného a položkového výpisu nákladů z účetní evidence, za monitorovací období.

V rámci průběžného hodnocení je rovněž posuzováno plnění informační povinnosti příjemce a předávání informací do IS VaVal. Povinnou přílohou průběžné zprávy jsou dva oponentní posudky dvou nezávislých oponentů a zápis z oponentního řízení. Průběžné oponentní řízení se provádí podle pokynů poskytovatele⁵;

b) závěrečnou zprávu o řešení Projektu, která obsahuje:

- veškeré informace o průběhu řešení Projektu v posledním kalendářním roce a za celé období řešení Projektu (tj. ode dne oznámeného zahájení Projektu do dne jeho ukončení),

⁵⁾ Poskytovatel zveřejní pokyny k oponentnímu řízení na internetových stránkách Programu. Podle pokynů poskytovatele si tento zpravidla vyhrazuje právo určit oponenty a členy oponentní rady nebo členy kontrolní komise, termín, místo konání a způsob provedení oponentního řízení nebo kontrolního dne. Příjemce má právo se k návrhu poskytovatele vyjádřit, a to nejdéle **7 kalendářních dnů od jeho doručení**. Pokud tak neučiní, má se za to, že s návrhem poskytovatele souhlasí. Případné námitky příjemce však poskytovatel není povinen akceptovat.

- souhrnné zhodnocení a přehled dosažených výsledků a výstupů s ohledem na všechny stanovené cíle,
- plnění předepsaných indikátorů,
- vyúčtování celkových uznaných nákladů Projektu a přehled vynaložených nákladů včetně specifikace jejich položek a souhrnného a položkového výpisu z účetní evidence,
- výpis o čerpání přidělené podpory Projektu,
- přehled a zdůvodnění případných změn, které během řešení Projektu nastaly oproti původním plánům v harmonogramu a rozpočtu, včetně uvedení stanoviska poskytovatele.

Součástí závěrečné zprávy je redakčně upravená závěrečná zpráva, tj. závěrečná zpráva upravená k publikování tak, aby poskytla třetím stranám natolik dostatečnou informaci o dosažených výsledcích, že mohou požádat příjemce o licenci na výsledky, aniž by byla ohrožena priorita příjemce výsledky publikovat, autorsky nebo jinak právně chránit, komerčně využít či jiným způsobem zveřejnit. (Redakčně upravená závěrečná zpráva se nepředkládá v případě, kdy lze závěrečnou zprávu zveřejnit v plném znění). Povinnou přílohou závěrečné zprávy jsou dva oponentní posudky dvou nezávislých oponentů a zápis z oponentního řízení. Závěrečné oponentní řízení se provádí podle pokynů poskytovatele¹;

c) dodatečné zprávy, tj. jakékoliv další zprávy vyžádané poskytovatelem za účelem kontroly.

- 7) Příjemce zpracuje dokumenty podle odst. 6 této přílohy v rozsahu a formátech podle pokynů poskytovatele, a předkládá je poskytovateli pouze v digitální podobě jako datovou zprávu do datové schránky poskytovatele s ID vidaawt.
- 8) Příjemce předkládá průběžnou zprávu poskytovateli (je-li podle odst. 3) vyžadována), podle odst. 6 písm. a) této přílohy, bez zbytečného prodlení do 60 kalendářních dnů od výzvy učiněné poskytovatelem, nejdéle však do **30. ledna** následujícího kalendářního roku. Poskytovatel si může vyžádat mimořádné předložení průběžné zprávy o řešení Projektu i mimo výše uvedené termíny.
- 9) Příjemce předkládá závěrečnou zprávu podle odst. 6 písm. b) této přílohy poskytovateli nejdéle do **30 kalendářních dnů** po ukončení Projektu podle článku 3 odst. 2 smlouvy.
- 10) Poskytovatel je oprávněn nařídit příjemci uspořádat kontrolní den kdykoli v průběhu řešení Projektu a předložené zprávy podle odst. 6 této přílohy nechat v rámci kontrolního dne posoudit kontrolní komisí. Kontrolní den se provádí podle pokynů poskytovatele.
- 11) Oponentní řízení nebo kontrolní den organizačně a finančně zajišťuje příjemce a konají se zpravidla v místě řešení Projektu, pokud poskytovatel po předchozí dohodě s příjemcem nestanoví jinak. Příjemce je povinen osobám, které se účastní oponentního řízení nebo kontrolního dne nebo jsou jmenovitě určeny poskytovatelem, poskytnout v předem dohodnuté době přístup na pracoviště, kde je Projekt řešen, k osobám podílejícím se na řešení Projektu, ke všem dokumentům, počítačovým záznamům a zařízením, které přísluší k Projektu. Od osob účastnících se oponentního řízení nebo kontrolního dne se požaduje slib mlčenlivosti ve vztahu k obchodnímu či jinému typu tajemství definovaného podle zvláštních právních předpisů.
- 12) Oponentní rada při oponentním řízení a kontrolní komise při kontrolním dnu a jednáních souvisejících s průběhem řešení a ukončením Projektu postupují zejména v souladu se zákonem č. 130/2002 Sb., pokyny poskytovatele a Metodikou hodnocení výsledků výzkumných organizací a hodnocení výsledků ukončených programů schvalovanou vládou ČR a platnou pro hodnocení uplynulého kalendářního roku.

- 13) Z kontrolního dne je pořizován zápis, který je vyhotoven vždy na místě ve dvou vyhotoveních, přičemž jeden z nich náleží poskytovateli a druhý příjemci. Příjemce je povinen doručit poskytovateli zprávu z kontrolního dne do **7 kalendářních dnů** ode dne jeho konání.

Příloha IV
Tabulka snížených odvodů za porušení rozpočtové kázně

Pořadové číslo	Typ porušení rozpočtové kázně	Sankce
I. Porušení rozpočtové kázně v souvislosti s povinnostmi vyplývajícími ze ZVZ⁶		
1.	• Neprovedení zadávacího řízení na výběr dodavatele/zhotovitele • Neuveřejnění oznámení o zahájení zadávacího řízení pokud je oznámení o zahájení požadováno zákonem	100 % částky dotace, použité na financování předmětné zakázky
2.	Rozdělení předmětu veřejné zakázky s důsledkem snížení předpokládané hodnoty pod finanční limity stanovené v ZVZ	100 % částky dotace, použité na financování předmětné zakázky v případě, že tento postup vede až k zadání veřejné zakázky bez jakéhokoli výběrového řízení
3.	Neuveřejnění oznámení o zakázce v souladu s příslušnými pravidly (např. zveřejnění v Úředním věstníku Evropské unie (OJEU), pokud to vyžadují směrnice)	50 - 80 % částky dotace, použité na financování předmětné zakázky, podle závažnosti porušení pravidel
4.	• Nedostatečné definování předmětu zakázky v oznámení/výzvě o zahájení zadávacího řízení, nebo v zadávací dokumentaci • Nastavení kvalifikačních předpokladů a/nebo hodnotících kritérií v rozporu se ZVZ (např. nastavení kvalifikačních předpokladů, jež nesouvisí s předmětem veřejné zakázky nebo nejsou přiměřené vzhledem k předmětu zakázky nebo stanovení diskriminačních technických podmínek)	10 - 100 % částky dotace, použité na financování předmětné zakázky
5.	• Neposkytnutí zadávací dokumentace případným uchazečům/zájemcům v dostatečném časovém předstihu (před koncem lhůty pro podání nabídek) • Nedodržení lhůt pro podání nabídek nebo lhůt pro doručení žádosti o účast nebo nezveřejnění jejich prodloužení	80 - 90 % částky dotace, použité na financování předmětné zakázky
6.	• Úprava kvalifikačních kritérií po otevření nabídek, mající za následek neoprávněné přijetí uchazečů • Nedostatek transparentnosti/nerovné zacházení během hodnocení nabídek nebo změna nabídky během hodnocení • Nezákonné vyjednávání o nabídkách	100 % částky dotace, použité na financování předmětné zakázky

⁶ ZVZ = zákon č. 134/2016 Sb., o zadávání veřejných zakázek

	• Odmítnutí nabídky obsahující mimořádně nízkou nabídkovou cenu ve vztahu k předmětu veřejné zakázky bez vyzvání uchazeče k písemnému zdůvodnění částí nabídky, jež jsou pro výši nabídkové ceny podstatné	
7.	• Uzavření smlouvy s dodavatelem/zhotovitelem, který se neúčastnil zadávacího řízení • Uzavření smlouvy s uchazečem, který měl být dle zákona obligatorně vyloučen ze zadávacího řízení • Nezákonné vyloučení zájemce/uchazeče ze zadávacího řízení mimo případ, kdy tato skutečnost nemá vliv na výběr nejvhodnější nabídky, respektive vliv na pořadí uchazečů, s nimiž je možné uzavřít smlouvu (první 3 v pořadí)	100 % částky dotace, použité na financování předmětné zakázky
8.	• Nezákonné použití jednacího řízení bez uveřejnění nebo podstatná změna původních zadávacích podmínek v jednacím řízení s uveřejněním • Zadání dodatečných zakázek na služby/dodávky (pokud toto zadání představuje podstatnou změnu původních podmínek zakázky) bez soutěže, a to pokud neplatí jedna z následujících podmínek: - mimořádná naléhavost způsobena nepředvídatelnými událostmi - nepředvídatelná okolnost pro doplňkové služby, dodávky	100 % částky dotace, použité na financování předmětné zakázky 100 % hodnoty dodatečných zakázek
9.	Nezveřejnění hodnotících a kvalifikačních kritérií veřejné zakázky v IS CEDR ⁷ před plánovaným vyhlášením	0 - 60 % částky dotace, použité na financování předmětné zakázky, podle závažnosti porušení povinností
10.	Jiné závažné porušení pravidel pro zadávání veřejných zakázek, jestliže mělo či mohlo mít vliv na výběr na nejvhodnější nabídky	60 - 100 % částky dotace, použité na financování předmětné zakázky, podle závažnosti porušení pravidel
11.	Ostatní méně závažná porušení zde výslovně neuvedených povinností vyplývajících ze ZVZ	0 - 50 %

⁷ IS CEDR = informační systém centrální registr dotací

		částky dotace, použité na financování předmětné zakázky
II. Porušení rozpočtové kázně v souvislosti s ostatními povinnostmi vyplývajícími ze smlouvy		
1.	Nearchivování veškeré dokumentace spojené s implementací projektu minimálně po dobu deseti let od data posledního poskytnutí podpory nebo její části	60 - 100 % celkové částky dotace 0 - 50 % celkové částky dotace, v méně závažných případech
2.	• Neoznámení podstatné změny v projektu • Neoznámení nepodstatné změny v projektu	100 % celkové částky dotace, použité na financování předmětné aktivity 0 - 50 % částky dotace, použité na financování předmětné aktivity, v méně závažných případech
3.	Nevytvoření podmínek k provedení kontroly vztahující se k realizaci projektu a/nebo neposkytnutí součinnosti při prováděné kontrole	80 – 90 % Celkové částky dotace
4.	• Předkládání nepravdivých a/nebo neúplných informací poskytovateli v závažných případech • Předkládání nepravdivých a/nebo neúplných informací poskytovateli v méně závažných případech	100 % částky dotace, použité na financování konkrétní aktivity, v případě úmyslného jednání, vážně poškozujícího realizaci/udržitelnost projektu 0 - 40 % částky dotace, použité na financování konkrétní aktivity, v méně závažných případech
5.	Nezacházení s majetkem spolufinancovaným z prostředků na financování projektu s péčí řádného hospodáře. Zejména nepojištění, nezabezpečení proti poškození, odcizení nebo ztrátě	60 - 90 % celkové částky dotace
6.	• Neposkytnutí informací o kontrolách provedených jinými subjekty, podezření na nesrovnalosti zjištěných v průběhu realizace projektu	40 - 90 % celkové částky dotace 0 - 30%

	Neposkytnutí informací o přijetí a splnění uložených opatření k nápravě	celkové částky dotace, v méně závažných případech
7.	Neplnění/porušení jiných ve smlouvě o poskytnutí podpory příjemci stanovených povinností	30 - 100 % celkové částky dotace, týkající se porušení povinností v závažných případech 0 - 20 % celkové částky dotace, týkající se porušení povinností v méně závažných případech