



**DEV**elopment of **I**nfrastructure for **S**mart **E**ngineering Materials **R**esearch

**/DEVISER/**

Projekt evropských strukturálních fondů na výstavbu

**Laboratoře funkčních materiálů**

v Řeži u Prahy v letech 2010-12

*(program OP VaVpl, Prioritní osa 2- Regionální VaV centra)*



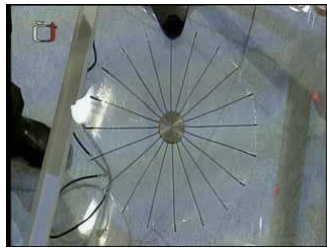
Společný projekt Ústavu jaderné fyziky AV ČR, v. v. i. a Fyzikálního ústavu AV ČR, v. v. i. na výstavbu nové výzkumné infrastruktury zaměřené na podporu inovací v průmyslu pomocí zavádění technologií funkčních technických materiálů a vrstev do průmyslové výroby.



Projekt počítá s přestavbou a dostavbou existujícího objektu v areálu výzkumných ústavů v Řeži u Prahy ve Středočeském kraji na moderní 6ti podlažní laboratoř pro 70 pracovníků (45 výzkumníků a PhD studentů), špičkově vybavenou pro aplikovaný výzkum pro průmyslové partnery.



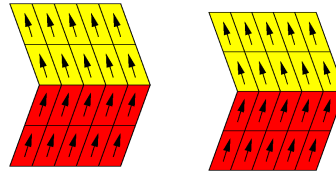
# Funkční technické materiály, vrstvy a povlaky



Tepelně aktivovaná struktura



Elektricky aktivované umělé svaly- EAP, SMA



Mag. polem buzený pohyb rozhraní ve slitinách MSM

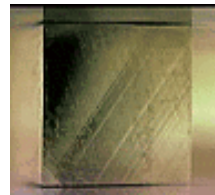
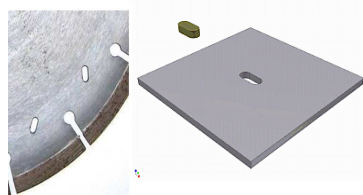
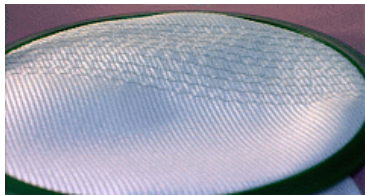
## Textílie s tvarovou pamětí



Aktivní filter s funkčními kovovými vlákny NiTi

Inteligentní řezací disk s aktivními vměstkami slitiny NiTi

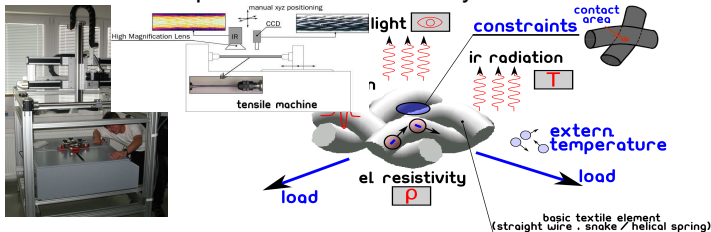
Deformace v krystalu Slitiny s tvarovou pamětí



Funkční vrstvy a povlaky, litografie, mikrosoučástky



Inspekční systém pro smart struktury a textílie aktivované tepelně nebo mechanicky



In-situ difrakce neutronů během tahové zkoušky



## Funkční materiály

Na rozdíl od **konstrukčních materiálů** používaných pro své mechanické vlastnosti jsou **funkční materiály** využívány v moderních průmyslových aplikacích pro své jedinečné funkce přirozeně v nich existující nebo i uměle vytvořené.

**Funkční technické materiály a kompozity jsou schopny vyvolávat mechanický pohyb** v moderních technických zařízeních velikosti mikrometrů až metrů na základě fyzikálních principů v nich přirozeně obsažených, jako jsou například elektricky aktivované piezo a ferroelektrické materiály, tepelně aktivované slitiny s tvarovou pamětí, magnetickým polem aktivované magnetostrikční materiály či magnetické paměťové slitiny, elektroaktivní polymery a multifunkční kompozity připravené z těchto materiálů.

Funkční technické materiály a kompozity jsou dnes připravovány a využívány v průmyslových aplikacích často také **ve formě tenkých vrstev a povlaků**. Samonosné tenké vrstvy jsou pak strukturovány například pomocí **litografie** a využívány v **mikrosoučástkách**.

K výzkumu funkčních technických materiálů a kompozitů a především k vývoji jejich technických aplikací jsou používány **nedestruktivní metody materiálové charakterizace** schopné pozorovat procesy v materiálech studovat in-situ během aktivace bez ovlivnění funkční odezvy.

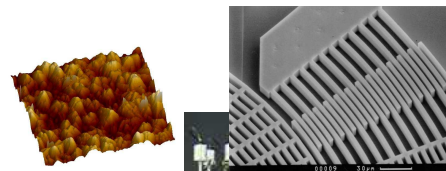
# Laboratoř funkčních materiálů (LFM)

Cílem projektu DEVISER je vybudovat **Laboratoř funkčních materiálů (LFM)** jako **regionální VaV centrum** se špičkovým konkurenčně schopným vybavením pro:

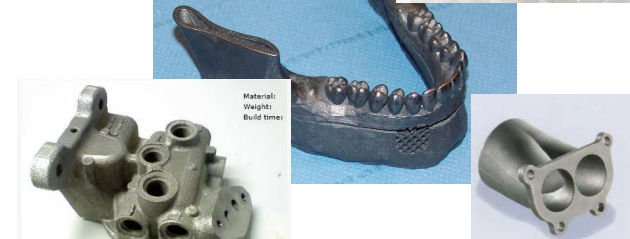
- aplikovaný výzkum moderních a funkčních technických materiálů a jejich využití v průmyslových aplikacích,
- vývoj moderních nedestruktivních metod materiálové charakterizace k řešení problémů průmyslových partnerů,
- vývoj plasmatických technologií tenkých vrstev a úpravy povrchů průmyslových materiálů



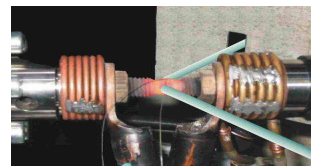
Slitiny s tvarovou pamětí NiTi v medicíně, robotice, strojírenství, mikrozařizích, aplikacích v letectví a dopravě, v funkčních technických textíliích, sportovním a spotřebním průmyslu



PVD a CVD technologie tenkých vrstev a povlaků, Nanostrukturování a nanofunkcionalizace povrchů, litografie, mikrosoučástky a jejich aplikace



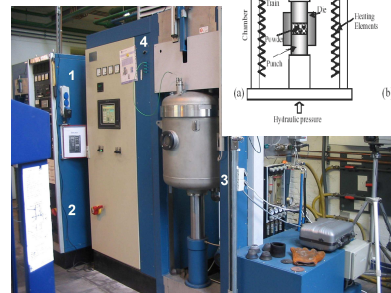
Výroba kovových výrobků / forem / implantátů v zhuňněním z prášků z CAD modelů - metody SLM, EBM



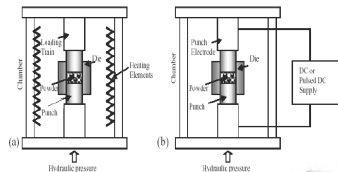
NDE metody, Rtg a neutronová difrakce



Mechanické zkoušky funkčních materiálů, implantátů a povlaků akreditované zkoušky povlaků



Příprava funkčních materiálů spékáním v plasmovém výboji – technologie SPS



Konstrukce, modelování, 3D prototyping CAD, CNC výroba prototypů



Laserové technologie řezání, sváření, CNC obrábění mikroobrábění a navařování kovových materiálů

# LFM budou tvořit 3 výzkumná oddělení

## M: Funkční technické materiály

- M1:** Materiály a technologie pro lékařské aplikace
- M2:** Funkční materiály a kompozity pro technické aplikace
- M3:** Pokročilé technologie přípravy kovových materiálů
- M4:** Mechanické zkoušky materiálů
- M5:** Mikrosoučástky pro mechanické aplikace
- M6:** Laserové technologie obrábění materiálů
- M7:** Metalografická laboratoř
- M8:** Konstrukce a 3D prototyping

**Možnost vzájemně účelně provázat výzkumné činnosti** jednotlivých skupin v LFM je hlavní výhodou jednorázové investice do nové výzkumné infrastruktury.

### Volba experimentálního zařízení LFM

- pro aplikovaný výzkum a vývoj
- vyhovuje přesně zvolenému zaměření
- přednostně nová zařízení v ČR dosud nepoužívaná
- konzultace s budoucími průmyslovými partnery
- doplňuje vybavení pro základní výzkum v mateřských ústavech AVČR



## Laboratory of Functional Materials

## V: Plasmatické technologie tenkých vrstev a povlaků

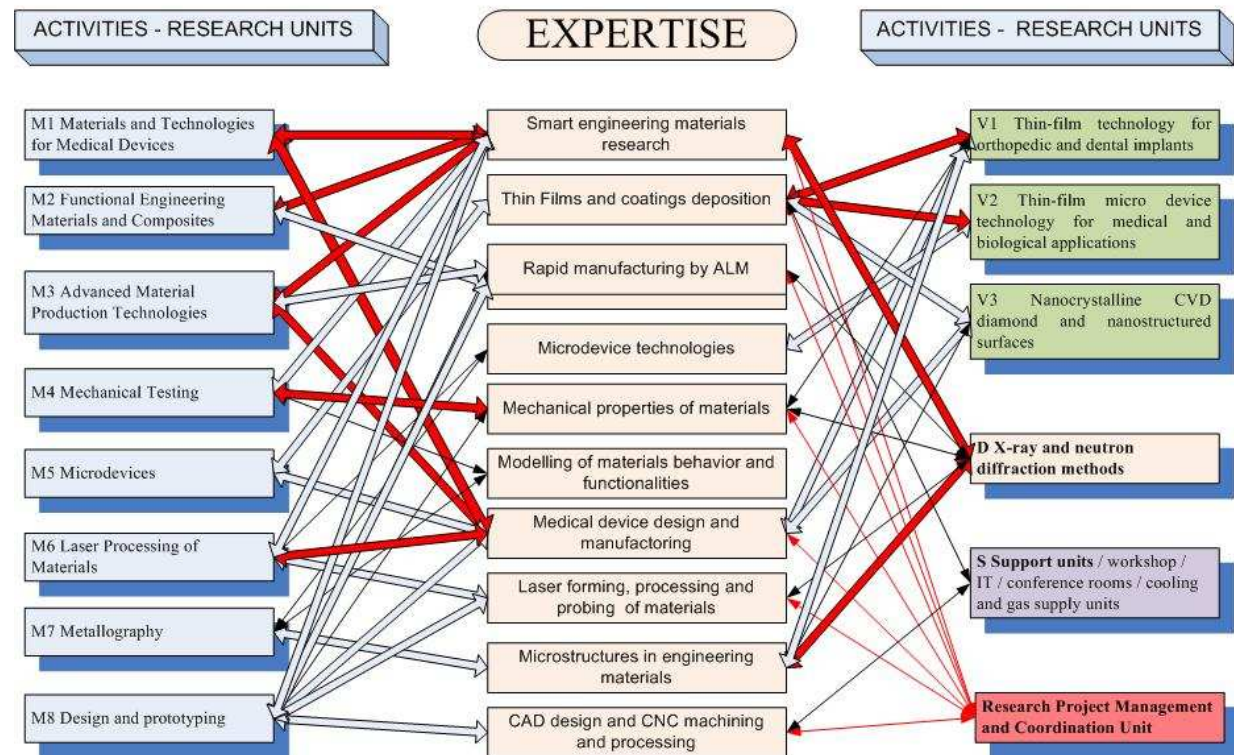
- V1:** Tenkovrstvé technologie pro ortopedické a dentální implantáty
- V2:** Tenkovrstvé technologie mikrosoučástek pro lékařské a biologické aplikace
- V3:** Nanokrystalický CVD diamant a nanostrukturované povrchy

## D: Metody rentgenové a neutronové difrakce

- D1:** Metody Rtg. a neutronové difrakce
- D2:** Elektronová a optická mikroskopie
- D3:** Ultrazvukové, IR a další NDE metody

## S: Řízení a podpůrné činnosti

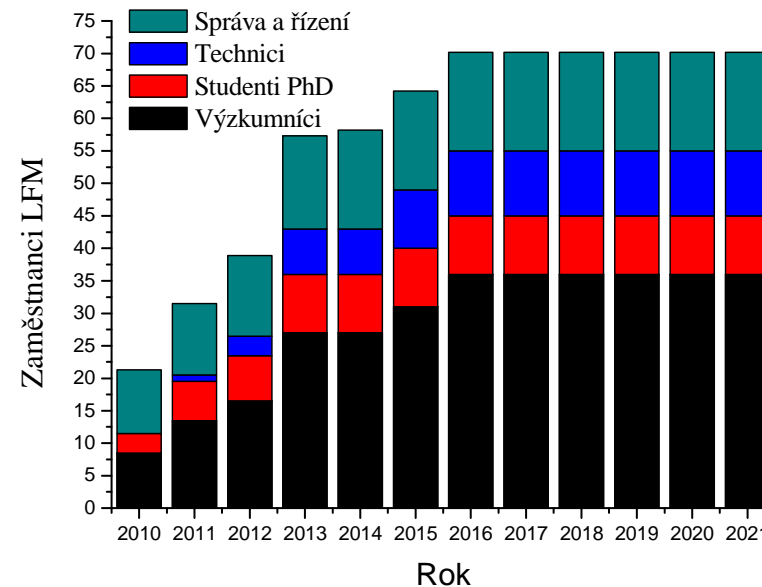
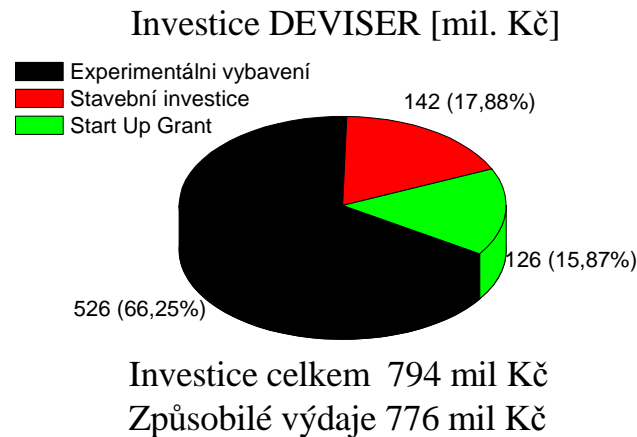
- Management LFM
- Sekce provozně ekonomická
- Projektový servis a vztahy s aplikační sférou
- IPR, Lidské zdroje a vzdělávání
- Mechanické dílny



## Investice do zvýšení inovačního potenciálu průmyslových firem

Projekt DEVISER je především investicí do zvýšení inovačního potenciálu průmyslových firem v ČR prostřednictvím vybudování špičkového výzkumného pracoviště zaměřeného na podporu jejich aplikovaného výzkumu a vývoje.

Většina finančních prostředků OP VaVpl je v projektu DEVISER použita na pořízení špičkového experimentálního vybavení (66%). Na pořízení stavby (18%) a uvedení LFM do konkurenceschopného provozu do roku 2013 (16%) je použita pouze třetina vynaložených finančních prostředků.



**Cílem projektu DEVISER je, aby laboratoř LFM dosahovala konkurenceschopných výsledků v zavádění inovací ve spolupráci s průmyslovými partnery již v prvních letech po zahájení provozu v roce 2013. Pro dosažení tohoto cíle jsou důležité jednak **existující infrastrukturní zázemí** (stavební připravenost investice a výzkumná kapacita ústavů AV ČR), ale zejména **zkušenosti výzkumného týmu s prováděním inovačně orientovaného aplikovaného výzkumu pro průmyslové partnery** v oborech funkčních technických materiálů a neutronové difrakce.**

➔ **LFM bude přinášet výsledky pro partnerské průmyslové firmy krátce po svém vybudování v roce 2012.**

# Inovace prostřednictvím zavádění funkčních technických materiálů do průmyslové výroby

Zavádění nových technologických řešení prostřednictvím funkčních technických materiálů, včetně mikrosoučástek, tenkých vrstev a povlaků, je v současnosti, po vlně zvýšeného zájmu o základní výzkum v tomto oboru v letech 2000-2008, vysoce aktuální pro inovace v průmyslu.

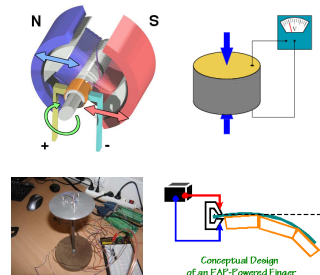
Výzkumný tým má zkušenosti s prováděním aplikačně orientovaných výzkumných činností pro malé a střední průmyslové firmy (kolaborativní projekty 6RPEU v letech 2004-9).

## Příklady průmyslových inovací použitím funkčních technických materiálů

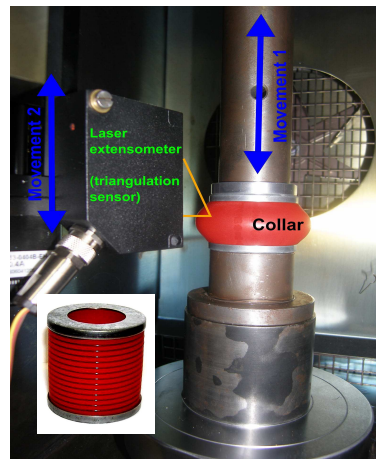
Stengraft s integrovanými kovovými vlákny NiTi kombinuje vlastnosti graftu (textílie) a stentu (kovová struktura) v jediném implantátu (projekt AVALON, patentová přihláška)



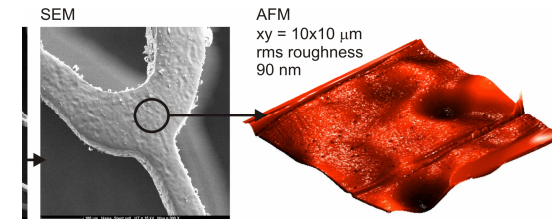
Suchý zip s superelastickými kovovými háčky odstraňuje nepříjemnou hlučnost běžných suchých zipů typu VELCRO (patentová přihláška)



Jednoduché prvky z funkčních technických materiálů (piezo, SMA, EAP, MSM) nahradí elektrické motorky či jiné běžné ale složité a velké aktuátory v technických zařízeních.



Pružina ze slitiny NiTi brání deformaci těsnícího prvku v inovativním zařízení k lámání skal bez použití výbušnin



Nanodiamantové či DLC povlaky na lékařských implantátech zlepšují výrazně jejich užité vlastnosti

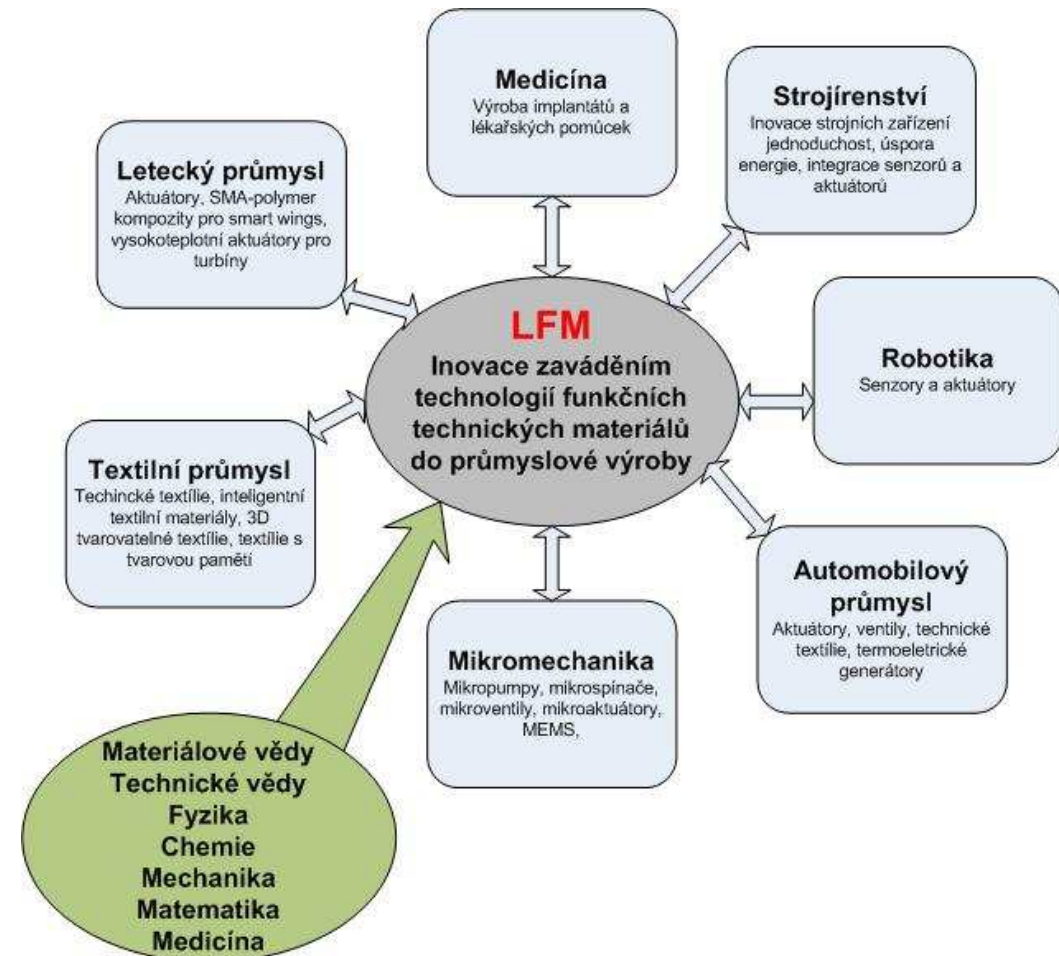


Smart cutting disk s vměstkou ze slitiny NiTi pracuje efektivněji díky přerozdělení napětí způsobenému rozpínáním vměstek v reakci na zvýšení teploty

Svým zaměřením na prosazení funkčních technických materiálů do aplikací v průmyslu a zaměřením na podporu inovací především v malých a středních firmách bude LFM jedinečná nejen v ČR, ale i v Evropě.

## Zaměření LFM: orientace na MSP a multidisciplinarita

- Na základě předchozích zkušeností se předpokládá, že **LFM bude spolupracovat především s malými a středními podniky /MSP/**, které projevují zájem o inovace využitím funkčních technických materiálů a jsou lépe a v krátkém čase schopny uvést inovované výrobky na trh.
- Funkční materiály začínají být používány v průmyslové výrobě ve velmi širokém spektru oborů, což si vynucuje **mezioborové zaměření LFM**, kde budou vedle sebe pracovat materiáloví výzkumníci, strojní inženýři, chemici, matematici, mechanici a lékaři.
- **Výstupy LFM** budou z výše uvedeného důvodu rozděleny **do více různých průmyslových oborů**.



→ **Aktivita LFM povedou ke zvýšení inovační výkonnosti malých a středních firem působících v různých průmyslových oborech v ČR, což významně snižuje riziko znehodnocení investice OP VaVpl útlumem v některém z těchto oborů.**



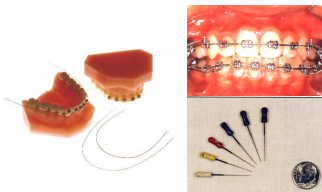
# Přednostní orientace na obor výroby lékařských pomůcek

- Významný podíl činnosti LFM je zaměřen na **aplikovaný výzkum a vývoj pro obor výroby lékařských pomůcek**, což je sektor ve kterém v ČR v současnosti dominují MSP.
- **Tento obor má obrovský vývojový a exportní potenciál**, ale pro svůj další rozvoj potřebuje podporu v oblasti výzkumu a vývoje od státu.
- **Projekt DEVISER navazuje na existující spolupráci** (smluvní výzkum, společné patentové přihlášky, účast v kolaborativních projektech) **s MSP podnikajícími v tomto oboru v ČR i zahraničí** (Ella-CS, Beznoska, Prospan, Medin, Lasák, )

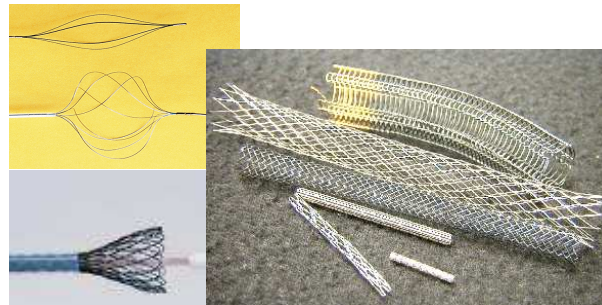
## Příklady aplikací funkčních technických materiálů v lékařství plánovaných pro aktivity LFM



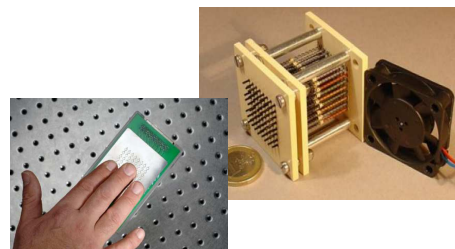
Akreditované zkoušky funkčních materiálů, implantátů a povlaků



Dentistické aplikace



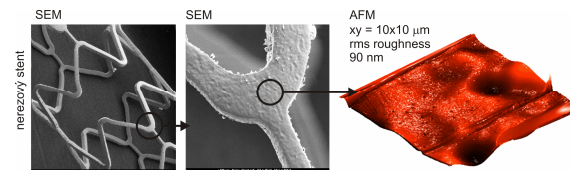
Optimalizace výroby kovových NiTi stentů a implantátů



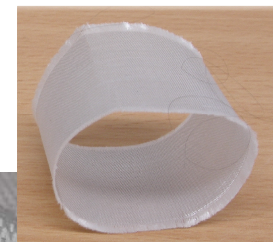
Tactile displej pro nevidomé



Technické textilie, stengrafty



Nanodiamantové povlaky stentů a stengraftů



Biokompatibilní DLC povlaky kloubních implantátů



Výroba kovových implantátů v konečném tvaru - SLM, EBM

LFM zajistí pro průmyslové firmy, ve spolupráci s výzkumnými týmy na VŠ (FS ČVUT, FBMI ČVUT, LF Hradec Králové) účinnou podporu v oblasti výzkumu a vývoje materiálů a procesů pro využití ve výrobě zařízení pro lékařské účely. Strategickým cílem bude vytvořit v ČR komunitní centrum podobné ASM MPMD

<http://asmcommunity.asminternational.org/portal/site/www/MPMD/>

## Postavení v oboru funkčních technických materiálů a neutronových difrakčních metod

- Současný výzkumný tým projektu DEVISER má **výsadní postavení v oborech funkčních technických materiálů a neutronových difrakčních metod** - pořádá klíčové konference v oboru, ESOMAT2009, SMST2012, ECNS2011.
- **Současné aktivity v aplikovaném výzkumu** (kolaborativní evropské projekty pro MSP AVALON, UPWIND, PROSTONE, LOOSE&TIGHT, SmartCare, MAFESMA) **jsou navázány na špičková inovační centra v EU** pracující pro průmyslové firmy (DAppolonia, DITF Denkendorf)
- **Projekt DEVISER je podporován významnými akademickými pracovišti v EU** (Cambridge University, CNRS IENI, EMAT Antwerps, MTM KU Leuven).
- Výzkumný tým má zkušenosti s **výchovou evropských vědeckých pracovníků** v programech Marie Curie - síť MULTIMAT (6RPEU), MATCON (7RPEU).
- LFM bude zapojena do celosvětové sítě výzkumných infrastruktur v oboru neutronové difrakce (ISIS UK, ILL Grenoble, LLB Saclay, HMI Berlin) a zprostředkuje průmyslovým partnerům LFM provádění jedinečných neutronových difrakčních experimentů v těchto špičkových zahraničních infrastrukturních zařízeních.



<http://esomat.fzu.cz/>



<http://www.ecns2011.org/>



 Postavení výzkumných týmů v oboru umožní rychle integrovat LFM do Evropského výzkumného prostoru

## Výzkumná infrastruktura Středočeského kraje - vazba na VŠ a průmyslové firmy ve Středočeském kraji

- Umístěním LFM ve Středočeském kraji bude umožněn přístup studentů pražských VŠ (**především FS, FJFI, FBMI ČVUT a MFF UK**) k nejmodernějšímu experimentálnímu vybavení a k inovačně orientovaným výzkumným programům v LFM. Studenti těchto VŠ budou jinak od nových výzkumných infrastruktur budovaných v rámci OP VaVpl mimo Prahu izolováni.
- Jsou plánovány **synergické projekty OPVK**, které zprostředkují v letech 2010-13 účast studentů těchto VŠ v kolaborativních výzkumných projektech v LFM. Po roce 2013 bude připraveno užší systémové propojení LFM s VŠ, které zajistí kontinuální přístup studentů do LFM.
- Do projektu je zapojena v roli partnerských průmyslových subjektů **řada průmyslových partnerů ze středních Čech** (Beznoska, Prospan, Medin, HVM Plasma, Lasák, NarexSat, ÚJV Řež a.s., ÚJP).



Strategická poloha LFM ve středních Čechách s výbornou dopravní dostupností bude výhodná pro spolupráci s průmyslovými partnery z ČR i zahraničí.

# Partneři projektu

## Průmysloví partneři ČR

- [Ella-CS](#), s.r.o.
- [Beznoska](#), s.r.o
- [HVM Plasma](#) s.r.o.
- [ProSpon](#) s.r.o.
- [MEDIN](#), a.s
- [Lasak](#)
- [UJP Praha](#) a.s.
- [NAREX SAT](#), s.r.o.
- Duo CZ
- [COMTES FHT](#) a.s.
- [ÚJV Řež](#) a.s.
- [National Instruments](#) (Czech Republic) s.r.o.
- [MICRO-EPSILON](#) (Czech Republic) s.r.o.
- [Donát](#)

## VaV partneři a asociace ČR

- [Laboratoř biomechaniky člověka](#)
- [FS ČVUT](#)
- [FBMI ČVUT](#)
- [FJFI ČVUT](#)
- [MFF UK](#)
- [TU Liberec FME](#)
- [TU Liberec FTE](#)
- [Integrace](#)

## Zahraníční průmysloví partneři

- [DAppolonia S.p.a.](#), Itálie
- [Ripamonti](#), Itálie
- [Pomdi](#), Španělsko
- [TEA S.N.C.](#), Itálie
- [MDB TEXINOV](#), Francie
- [Junker FILTER](#), Německo
- [Diameter](#) UK
- [Studio d'ingeneria ROGANTE](#), Itálie
- [Grado Zero Espace](#), Itálie

## Zahraníční R&D partneři a asociace

- [University of Cambridge](#), Anglie
- [MTM KU Leuven](#), Belgie
- [EMAT Antwerps](#), Belgie
- [DITF/ITV Denkendorf](#), Německo
- [CNR IENI Lecco](#), Itálie
- [Institut für Werkstoffe](#), TU Braunschweig, Německo
- [FRM II](#), Technical University München, Německo
- [Výskumný ústav zvaračský](#), Slovensko
- [NAL Bangalore](#), Indie
- [IFTH](#)
- [Euroroc](#)
- [Euratex](#)
- [SMST](#)
- [ASM MPMD](#)

## Mezinárodní aplikačně orientované výzkumné projekty

- AVALON** Integrovaný projekt 6RPEU pro MSP zaměřený na funkční textilní materiály s vlákny NiTi  
<http://www.avalon-eu.org/>
- UPWIND** Integrovaný projekt 6RPEU - zaměřený na technologie pro obří větrné elektrárny  
<http://www.upwind.eu/default.aspx>
- PROSTONE** Koopearativní projekt 6RPEU pro MSP zaměřený na prosazení technologií SMA při výrobě zařízení k lámání kamene <http://www.dappolonia-research.com/prostonecm/doceboCms/>
- LOOSE&TIGHT** Kolaborativní projekt 6RPEU pro MSP zaměřený na technologie superelastických textilií pro tlakové obvazy <http://www.dappolonia-research.com/loose&tight/>
- MAFESMA** ESF Eurocores S3T projekt zaměřený na vývoj modelů pro smart struktury  
<http://www.fzu.cz/departments/metals/sma/mafesma/>
- MULTIMAT** MC RTN 6RPEU síť evropských tréninkových pracovišť pro vzdělávání mladých výzkumných pracovníků  
<http://webh01.ua.ac.be/multimat/index.htm>
- MATCON** MC ITN 7RPEU síť evropských tréninkových pracovišť pro vzdělávání mladých výzkumných pracovníků
- BIOGRAD** 5RPEU projekt zaměřený na vývoj funkčně gradovaných keramik pro kyčelní implantáty
- SMARTCARE** COST projekt zaměřený na design a optimalizaci stentů
- NMI3** 7RPEU projekt (Research infrastructures/ Capacities) na podporu přístupu k výzkumným infrastrukturám využívajícím neutronovou difrakci a muonovou spektroskopii [http://neutron.neutron-eu.net/n\\_nmi3fp7](http://neutron.neutron-eu.net/n_nmi3fp7)
- MCNSI** 6RPEU projekt zaměřený na vývoj programů pro simulaci neutronových zařízení metodou Monte Carlo  
<http://mcnsi.risoe.dk/>

## Využití výzkumné kapacity ústavů AV ČR a VŠ pro inovační výzkum a vývoj

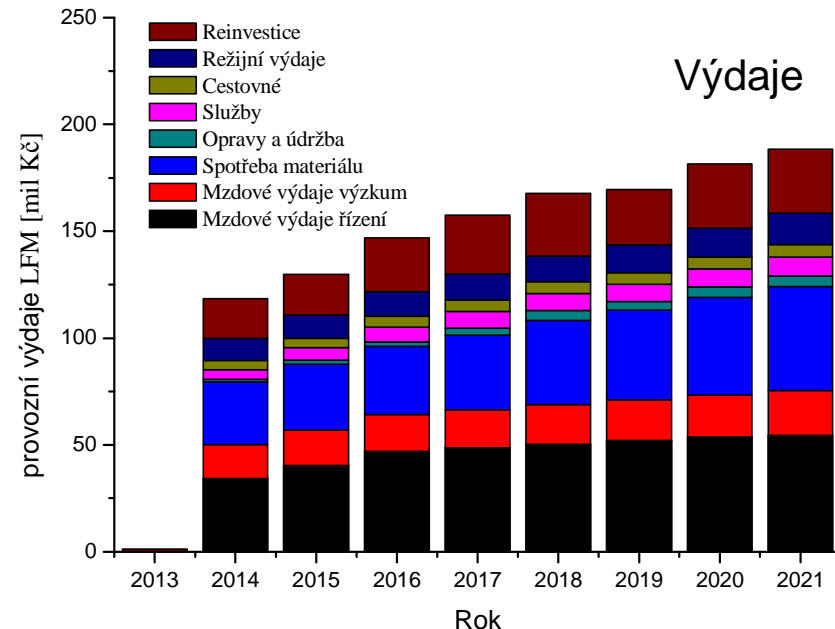
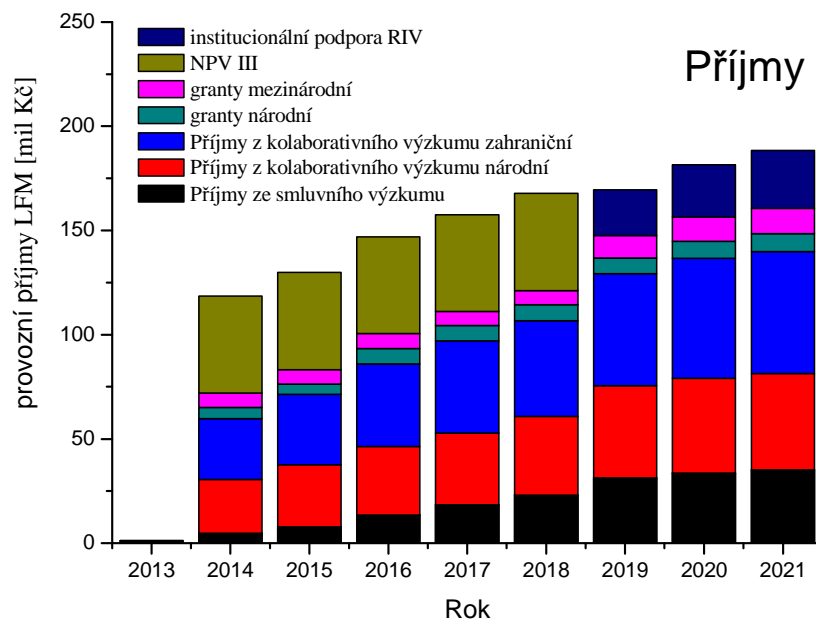
- **Projekt DEVISER umožní využít pro inovativní výzkum a vývoj pro průmysl mimořádnou výzkumnou kapacitu dvou významných ústavů AVČR (ÚJF a FZÚ), která dosud k inovačně zaměřenému výzkumu a vývoji využívána není, především proto, že posláním těchto ústavů je provádět základní badatelský výzkum.**
- **V konceptu DEVISER je velmi důležitá provázanost s know-how, zkušenostmi a špičkovým experimentálním vybavením pro základní výzkum v současných mateřských ústavech AV ČR (nákladná zařízení pro základní výzkum do LFM pořizována nejsou, protože se předpokládá že k nim LFM bude mít přednostní přístup a naopak mateřská pracoviště AV ČR získají přístup k experimentálnímu vybavení pro aplikovaný výzkum v LFM, která by byla využívána pro základní výzkum jen ojediněle).**
- **Spolupráce s VŠ je do konceptu DEVISER zahrnuta** jednak proto, aby byl umožněn přístup studentů k nejmodernějšímu experimentálnímu vybavení, know how a výzkumným činnostem v LFM, a jednak protože výzkumné týmy na VŠ již mají vytvořené vlastní zázemí, především v oboru biomechaniky člověka <http://www.biomechanika.cz/>, které koncept DEVISER vhodně doplňuje.



**Projekt DEVISER vytvoří uvnitř AV ČR moderní pracoviště zaměřené na inovační výzkum a vývoj ve spolupráci s průmyslovými partnery a VŠ.**

## Udržitelnost provozu LFM po ukončení OP VaVpl v roce 2018

- Projekt DEVISER je silně provázán s postupem reformy VaV v ČR.** Koncept počítá se vznikem Technologické agentury, vytvořením právního prostředí, ve kterém bude pro průmyslové firmy výhodné zadávat si provádění výzkumných činností do VaV center a zohlednění výstupů aplikovaného a smluvního výzkumu v systému hodnocení výzkumu.
- Projekt DEVISER počítá s příjmy od zahraničních poskytovatelů** (kolaborativní projekty EU) a průmyslových subjektů (smluvní výzkum), se kterými v současnosti probíhají spolupráce a kteří vyjádřili ochotu zadávat smluvní výzkum do LFM (MDB Texinov, Ripamonti, Pomdi, Grado zero, Tea, Junker Filter, ITV)..



Provozní rozpočty LFM do roku 2021 jsou navrženy tak, aby laboratoř po skončení podpory z NPV III v roce 2018 byla schopna konkurenceschopného provozu s minimální podporou od státu prostřednictvím mateřských ústavů.

## Shrnutí:

Cílem projektu DEVISER je vybudovat LFM v letech 2010-12 jako **regionální VaV centrum se špičkovým konkurenčně schopným vybavením pro aplikovaný výzkum moderních a funkčních technických materiálů a jejich využití v průmyslových aplikacích**, získat pro ni v letech 2013-18 **postavení špičkového VaV centra v EU** a po roce 2018 **provozovat LFM s minimální podporou státu prostřednictvím zakládajících mateřských ústavů**.

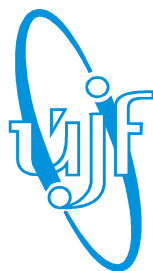
Tohoto cíle je možné dosáhnout zejména díky:

- plánované investici do nejmodernějšího experimentálního vybavení
- originálnímu zaměření na prosazení funkčních technických materiálů do inovací průmyslových výrobků
- provázáním s existujícím zázemím výzkumných ústavů AV ČR a pražských VŠ
- zkušenostem výzkumného týmu v inovačně zaměřeném smluvním a kolaborativním výzkumu pro průmyslové firmy
- existující excelencí výzkumného týmu DEVISER v oborech funkčních technických materiálů a neutronových difrakčních metod
- orientaci na malé a střední firmy projevující o inovace prostřednictvím funkčních technických materiálů zájem a schopných je do výroby v krátkém čase zavést





## Kontakt:



### Ústav jaderné fyziky AV ČR, v. v. i.

<http://www.ujf.cas.cz/index.php>

<http://neutron.ujf.cas.cz/>

RNDr. P. Lukáš CSc.

*lukas@ujf.cas.cz*



### Fyzikální ústav AV ČR v. v. i.

<http://www.fzu.cz>

<http://www.fzu.cz/departments/ofm>

RNDr P.Šittner CSc.

*sittner@fzu.cz*

