

**České vysoké učení technické v Praze
Masarykův ústav vyšších studií
a
Vysoká škola ekonomická v Praze**

Podnikání a komerční inženýrství v průmyslu

Ing. Štěpán Kment, Ph.D.

Studie proveditelnosti výzkumného vědeckého projektu

Diplomová práce

Praha 2016

Vedoucí diplomové práce: Doc. Ing. Dalibor Vytlačil, CSc.

Oponent diplomové práce:

Datum obhajoby:

Hodnocení:

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
MASARYKŮV ÚSTAV VYŠŠÍCH STUDIÍ
a
VYSOKÁ ŠKOLA EKONOMICKÁ V PRAZE

Zadání diplomové práce

Školní rok: 2013/2014

Jméno a příjmení: Ing. Štěpán Kment, Ph.D.

Studijní program: Podnikání a komerční inženýrství v průmyslu

Obor studia: Podnikání a management v průmyslu

Forma studia: kombinovaná

Téma práce: Studie proveditelnosti výzkumného vědeckého projektu

Téma práce v anglickém jazyce: The feasibility study of a scientific research project

Zásady pro vypracování práce

Cíl práce (stručné vymezení zkoumaného problému):

Cílem diplomové práce je zpracování komplexní studie proveditelnosti výzkumného vědeckého projektu v rámci Regionálního centra pokročilých technologií a materiálů při Univerzitě Palackého v Olomouci. Celkový rozpočet tohoto projektu přesahuje částku 160 mil. Kč.

Teoretická východiska:

Tento projekt je svou podstatou zaměřen na vybudování excelentního vědeckého týmu a infrastruktury, jejich rozvoj, efektivní přenos znalostí ze zahraničí a schopnost vytvářet mezinárodně konkurenceschopnou kvalitu. Hlavní podmínkou projektu je, aby jeho vedení bylo zabezpečeno klíčovým zahraničním vědeckým pracovníkem, v rámci VaV instituce. Ve fázi „startupu“ je projekt z významné části financován z vládních zdrojů a evropských fondů. Toto období ovšem slouží k vybudování vědeckého týmu a fungující infrastruktury, jakožto hlavního předpokladu pro následný finančně autonomní provoz tohoto centra. Cílem diplomové práce je kritické zhodnocení předpokladů pro vybudování takového týmu a pro

úspěšný přechod mezi klíčovými etapami centra („startup“/soběstačný provoz). Struktura diplomové práce bude následovat obecnou metodologii pro vypracování studií proveditelnosti a svým obsahem bude navazovat na tyto absolvované předměty: Řízení projektů, Projekt studie proveditelnosti, Podniková ekonomika, Management, Marketing, Finanční účetnictví a daně, Developerské projekty, aj.

Metody práce:

Projekt bude posuzován z hlediska analýzy trhu, investic, technického a technologického řešení, managementu, lidských zdrojů, podrobné finanční analýzy (základní kalkulace a analýza bodu zvratu, cash flow). Významná část diplomové práce bude věnována analýze efektivity a udržitelnosti projektu, kdy budou zhodnoceny tzv. kritériální parametry - vnitřní míra návratnosti (Internal Rate of Return – IRR) a čistá současná hodnota investice (Net Present Value – NPV).

Rámcová osnova:

1. Úvod - stručný popis tématu diplomové práce
2. Cíle diplomové práce
3. Teoretická část - obecný a teoretický popis dokumentu studie proveditelnosti
4. Praktická část - charakteristika analyzovaného projektu; profil centra, plán rozvoje centra, analýza trhu a marketingový koncept; management projektu; technická, technologická a investiční část projektu; lidské zdroje; finanční analýza; vyhodnocení
5. Závěr

Základní odborná literatura:

- [1] Vytlačil, D.: Projektové řízení a řízení projektů, ČVUT, 2008, ISBN 978-80-0104-001-0.
- [2] Fotr, J., Souček, I.: Podnikatelský záměr a investiční rozhodování, Grada, 2005, ISBN 80-247-0939-2.
- [3] Kálouda, F.: Základy firemních financí. 1. vydání., MU v Brně, 2006, ISBN 80-210-4106-4.
- [4] Kislíngerová, E. a kol.: Manažerské finance. 2. přepracované a rozšířené vydání., C. H. Beck 2007, ISBN 978-80-7179-903-0.
- [5] Hisrich, R. D., Peters, M. P.: Založení a řízení nového nového podniku, Victoria Publishing, 1999, ISBN 80-85865-07-6.

Vedoucí práce: Doc. Ing. Dalibor Vytlačil, CSc.

Podpis vedoucího práce:



Datum odevzdání zadání: 6.12.2013

Datum odevzdání práce:

Podpis studenta stvrzující přijetí zadání práce:



Toto zadání platí tři po sobě jdoucí semestry od data odevzdání zadání.

Schválení zadání DP

3. 12. 2011

Datum a podpis vedoucího programu



Podpis ředitele MUVS

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval/a samostatně a že jsem uvedl/a všechny použité informační zdroje.

V Praze, datum

.....
podpis diplomanta

Děkuji Doc. Ing. Daliborovi Vytlačilovi CSc. za vedení mé diplomové práce a cenné rady.

Touto cestou bych také rád poděkoval své manželce Haně za trpělivost a nekonečnou podporu.

Identifikační záznam

Ing. Štěpán Kmen, Ph.D. *Studie proveditelnosti vědeckého výzkumného projektu*. Praha, rok 2016
Počet stran, počet stran příloh. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, Masarykův ústav vyšších studií a Vysoká škola ekonomická v Praze, Podnikání a komerční inženýrství v průmyslu. Vedoucí diplomové práce: Doc. Ing. Dalibor Vytlačil, CSc.

Abstrakt

Dokument studie proveditelnosti slouží k posouzení realizovatelnosti projektu a z hlediska ekonomického, je prostředkem k posouzení efektivnosti využití potenciálně vložených finančních prostředků. V současné době je možné žádat o grantové vědecké prostředky velkého rozsahu, s celkovými rozpočty přesahující 100 mil. Kč, v rámci operačních programů MŠMT a EU. Nedílnou součástí grantových přihlášek těchto projektů je také závazná studie proveditelnosti, s předem určenou osnovou. Tématem této diplomové práce je zpracování dokumentu studie proveditelnosti vědeckého výzkumného projektu, jehož cílem je ustanovení nového excelentního výzkumného týmu, vedeného klíčovým zahraničním vědeckým profesorem v rámci stávající výzkumné instituce. Studie proveditelnosti zahrnuje rozbor hlavních vlivů, kterými jsou i) vědecké téma dané skupiny; ii) stávající a nové lidské zdroje; iii) stávající a nová výzkumná infrastruktura; iv) mezinárodní vědecká spolupráce a v) finanční plán a ekonomická udržitelnost projektu.

Abstrakt v anglickém jazyce

The Feasibility Study (FS) document is designed to assess the overall feasibility of the project. In terms of economic aspects, the FS means to evaluate the effectiveness of the use of potentially deposited financial resources. Currently in the Czech Republic, it is possible to apply for scientific large scale grant support with total budgets exceeding CZK 100 mil., within operational programs of the Ministry of Education and the EU. An integral part of grant applications of these projects is also a mandatory feasibility study with a predetermined outline. The theme of this thesis is a feasibility study proposal of particular scientific research project. This project aims at establishing of a new excellent research team, governed by a key international scientific professor within existing research institution. Feasibility study includes an analysis of the main factors, including i) scientific topic for the group; ii) existing and the new human resources; iii) the current and the new research infrastructure; iv) international scientific cooperation and v) financial plan and the economic sustainability of the project.

Klíčová slova

Studie proveditelnosti, vědecký projekt, finanční plán projektu, cost benefit analýza, fáze udržitelnosti projektu.

Klíčová slova v anglickém jazyce

Feasibility study; scientific project; financial plan of the project; cost benefit analysis, sustainable period of the project.

Obsah

1	Úvod.....	11
2	Teoretická část.....	12
2.1	Dokument studie proveditelnosti	12
2.1.1	Charakter studie a její využití.....	12
2.1.2	Ostatní typy studií.....	13
2.1.3	Zpracovatelský tým a cena.....	14
2.1.4	Struktura studie proveditelnosti.....	14
2.2	Strategické analýzy	16
2.2.1	SWOT analýza	16
2.2.2	PEST analýza	16
2.2.3	Analýza pěti tržních sil.....	17
2.3	Analýza trhu a marketingová strategie	18
2.3.1	Marketingový výzkum.....	18
2.3.2	Marketingová strategie	20
2.3.3	Marketingový mix	21
2.4	Management projektu a řízení lidských zdrojů	22
2.5	Etapizace a harmonogram realizace projektu.....	24
2.6	Finanční a ekonomická analýza	25
2.6.1	Základní kalkulace.....	25
2.6.2	Analýza bodu zvratu.....	26
2.6.3	Finanční plán	26
2.6.4	Analýza Cash Flow.....	27
2.6.5	Ekonomická analýza.....	27
2.7	Technologické řešení projektu a vliv projektu na životní prostředí	28
2.7.1	Technologické řešení projektu	28
2.7.2	Vliv projektu na životní prostředí.....	28
2.8	Zajištění investičního a oběžného majetku	29
2.9	Efektivita a udržitelnost projektu.....	29
2.9.1	Ukazatele rentability.....	30
2.9.2	Doba návratnosti.....	31
2.9.3	Kritéria založená na diskontování	31
2.10	Analýza a řízení rizik	32
3	Praktická část - Studie proveditelnosti vědeckého projektu.....	35
3.1	Základní identifikační údaje.....	35
3.2	Stručný popis projektu	36
3.3	Profil Centra.....	36
3.3.1	Žadatel projektu, partneři projektu	36
3.3.2	Charakteristika činnosti	37
3.3.3	Historie	41
3.3.4	Výsledky výzkumu a vývoje	41
3.3.5	Organizační a řídicí struktura, lidské zdroje.....	42
3.3.6	Infrastrukturní a materiálně-technické vybavení.....	44
3.3.7	Struktura a charakter financování.....	46
3.3.8	Mezinárodní spolupráce	46
3.4	Plán rozvoje	47

3.4.1	Současný stav v roce 2015	47
3.4.2	Konečný stav	49
3.4.3	Rozvoj výzkumné infrastruktury	51
3.4.4	Rozvoj výzkumných kapacit a organizace	52
3.4.5	Rozvoj mezinárodní spolupráce	54
3.4.6	Přínosy projektu	55
3.5	Výzkumná agenda	56
3.5.1	Současný stav výzkumu v řešené oblasti.....	56
3.5.2	Komplementarita a tematický soulad se stávajícími výzkumnými aktivitami	57
3.5.3	Výstupy a výsledky	58
3.5.4	Přístrojové a materiálně-technické vybavení.....	61
3.5.5	Nové přístrojové a materiálně-technické vybavení nezbytné pro realizaci projektu.....	61
3.6	Personální zajištění.....	62
3.6.1	Klíčový zahraniční expert.....	62
3.6.2	Relevance výzkumných aktivit Prof. Schmukiho s plánovanými aktivitami tohoto projektu	63
3.6.3	Výzkumný tým.....	64
3.6.4	Začlenění nové výzkumné skupiny do organizační struktury centra.....	66
3.7	Technická realizace.....	67
3.7.1	Infrastrukturní základna.....	67
3.7.2	Plán a harmonogram.....	67
3.7.3	Nábor vědeckých pracovníků do výzkumného týmu	68
3.7.4	Analýza rizik	68
3.8	Finanční plán	71
3.8.1	Mzdové náklady	71
3.8.2	Náklady na přístrojové a materiálně-technické vybavení.....	72
3.8.3	Ostatní provozní náklady.....	73
3.8.4	Struktura a charakter příjmů v období udržitelnosti	75
3.9	CBA – Cost benefit analýza.....	78
3.9.1	Investice a zdroje.....	78
3.9.2	Provozní náklady a výnosy.....	79
3.9.3	Návratnost investic pro FA:.....	79
3.9.4	Návratnost kapitálu pro FA:	80
3.9.5	Udržitelnost pro FA:.....	80
3.9.6	Citlivost finanční analýzy:.....	81
3.9.7	Socio-ekonomické dopady:	82
3.9.8	Návratnost investic pro EA:	83
3.9.9	Návratnost kapitálu pro EA	83
3.9.10	Udržitelnost pro EA:.....	84
3.10	Synergie	88
3.10.1	Synergický projekt 7. Rámcového programu/Horizontu 2020.....	88
4	Závěr.....	89
5	Literatura	90
	Seznam zkratk.....	91
	Seznam obrázků a tabulek	92
	Příloha 1: Data pro Cost benefit analýzu.....	94

1 Úvod

Rozvoj vědy, výzkumu a inovací jsou základními předpoklady rozvoje a růstu ekonomiky každé vyspělé země. Vstupem České republiky do Evropské unie se významně rozšířily možnosti financování vědeckých projektů, zejména prostřednictvím tzv. Operačních programů. V současné době (2014 – 2020) má Česká republika možnost čerpat podporu v rámci operačního programu Výzkum, vývoj a vzdělávání (OP VVV), jehož alokace představuje 2,77 miliard eur.

Pro roky 2015-2016 se předpokládá s vyhlášením více než 20 grantových výzev v celkovém objemu přesahující 30 miliard korun. V těchto typech grantových projektů se pracuje s vysokými rozpočty v řádu desítek miliónu korun. Je tedy zřejmé, že výše nákladů i celková složitost projektů vyžaduje komplexní zhodnocení všech předpokladů pro jejich úspěšnou realizaci a to především s ohledem na období udržitelnosti. Obecně nejpoužívanější formou takového kritické hodnocení je studie proveditelnosti.

Projekty OP VVV jsou v gesci Ministerstva školství mládeže a tělovýchovy. Nedílnou součástí předkládaných projektů v rámci těchto výzev je i vypracovaný dokument studie proveditelnosti, který následně představuje hlavní zdroj informací pro hodnotitele, rozhodujících o přidělení nebo nepřidělení grantové dotace. MŠMT vydalo pro jednotlivé typy výzev i závaznou osnovu této studie proveditelnosti.

Tématem této práce je Studie proveditelnosti výzkumného vědeckého projektu. Jedná se o reálný projekt, který byl podán v rámci výzvy Podpora excelentních výzkumných týmů v prioritní ose 1 OP VVV. Dokument Studie proveditelnosti tedy respektuje strukturu podle závazné osnovy požadované MŠMT.

Jednotlivé body studie proveditelnosti jsou nejprve popsány z teoretického hlediska. Prakticky jsou zohledněny v experimentální části této diplomové práci, kterou tvoří ucelená studie proveditelnosti předkládaného projektu.

Studie proveditelnosti se zabývá na vybudování excelentního vědeckého týmu a infrastruktury, jejich rozvoj, efektivní přenos znalostí ze zahraničí a schopnost vytvářet mezinárodně konkurenceschopnou kvalitu. Hlavní podmínkou projektu je, aby jeho vedení bylo zabezpečeno klíčovým zahraničním vědeckým pracovníkem, v rámci VaV instituce. Tento tým vznikne v Regionálním centru pokročilých technologií a materiálů (RCPTM) při Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého v Olomouci a bude řízen prof. Patrikem Schmukim.

Úvod studie proveditelnosti je věnován představení centra. Projekt je dále hodnocen z hlediska výzkumné agendy, plánu rozvoje, personálního zajištění a infrastruktury. Důležitá část projektu je věnována finančnímu plánu a zvláště „Cost Benefit Analýzy“ (CBA). Výsledky studie proveditelnosti jsou shrnuty v závěru.

2 Teoretická část

2.1 Dokument studie proveditelnosti

2.1.1 Charakter studie a její využití

Studie proveditelnosti, někdy také technicko-ekonomická studie, (anglicky Feasibility Study, dále jen FS) je dokument, který souhrnně a ze všech významných hledisek popisuje investiční záměr (Fotr, 2005). Hlavním účelem studie proveditelnosti je vyhodnotit všechny alternativy a posoudit realizovatelnost daného projektu. Studie proveditelnosti je významným podkladem pro rozhodnutí, zda daný projekt či investici realizovat. Studie proveditelnosti jako ucelený dokument pomáhá při investičním rozhodování, je důležitým podkladem při získávání finančních prostředků z bankovních i nebankovních zdrojů a také dotací z Evropské unie. Studie proveditelnosti se používá v různých podobách v podnikatelské sféře, ale také ve veřejném sektoru a to především v tzv. předinvestiční etapě daného projektu. Celý proces přípravy projektu, od prvotní myšlenky, přes její zpracování a realizaci je uzavřeným životním cyklem, který můžeme rozdělit do tří fází, vzájemně na sebe navazujících (Němec, 2002):

Předinvestiční fáze

Předinvestiční fáze je nejdůležitější částí celého projektu. Vrcholový management, který je za tuto fázi plně zodpovědný, musí stanovit cíle a definovat strategii projektu. Obvykle bývá jmenován tzv. kmenový projektový tým, který má za úkol prověřit, zda je každá fáze proveditelná.

Investiční fáze

Investiční fáze je nejnákladnější a nejpracnější částí projektu. Odpovídá za ní manažer projektu a dozor projektu. Tuto fázi lze dále dělit na etapu projekční a etapu. Během investiční fáze probíhá výstavba projektu a tato fáze je dokončena předáním dokončeného projektu do zkušebního, příp. trvalého provozu (tomu předchází zaškolení provozní obsluhy, kolaudační řízení nebo alespoň povolení ke zkušebnímu provozu a provedení garančních testů).

Provozní fáze

V této části se výsledek projektu předává do užívání. Porovnávají se dosažené výsledky s těmi plánovanými. Získaná data (odchyly) se analyzují a zaznamenávají pro budoucí potřeby.

V některých případech navazuje ještě čtvrtá fáze *Ukončení provozu a likvidace*.

Ucelený dokument studie proveditelnosti vede k vlastnímu investičnímu rozhodnutí vlastníka projektu. Další možností je rozhodnutí potenciálního poskytovatele dotace či úvěru o potřebných finančních prostředcích na daný projekt. Studie proveditelnosti v dalším období slouží jako základní nástroj projektového managementu ve fázi investiční či provozní. V období přípravy investičních projektů, v předinvestiční fázi, se můžeme setkat i s jinými typy studií:

2.1.2 Ostatní typy studií

Studie příležitostí (opportunity study)

Identifikace podnikatelských příležitostí by měla být prvním krokem v momentě, kdy máme nějaký podnikatelský nápad či cítíme dobrou příležitost. Studie příležitostí popisuje proces výběru nejvhodnějšího řešení, stanovuje přínosy tohoto řešení a popisuje zdroje, jimiž bude tohoto řešení dosaženo. Tento dokument se zabývá dostupností finančních prostředků, personálních kapacit či obecné poptávky. Studie příležitostí slouží k posouzení nadějnosti a smysluplnosti podnikatelského záměru. V této studii jsou vymezeny reálné možnosti investování před tím, než jsou některé z nich zvoleny k podrobnějšímu a tedy nákladnějšímu zpracování ve studii proveditelnosti. Již v této fázi přípravy projektu mohou být zjištěny důvody k vyřazení, např. nízká ziskovost nebo vysoká investiční náročnost. Studie příležitostí by měla respektovat tyto základní oblasti (Fotr, 1999):

- Popis budoucího projektu
- Cíle projektu
- Možnosti využití na trhu, existující poptávka
- Existující konkurence a prostředí
- Pracovníci, kapitál, majetek
- Příležitosti, hrozby, rizika
- Hrubé ekonomické propočty investic a návratnosti

Předběžná studie proveditelnosti (pre-feasibility study)

Předběžná studie proveditelnosti je mezistupněm mezi zmíněnou studií příležitostí a hlavním rozhodovacím dokumentem studií proveditelnosti. Od studie proveditelnosti se neliší strukturou uvedených informací, liší se v přesnosti a v podrobnosti jejich zpracování. Tato studie slouží investorovi k rozhodování o tom, zda uvolní další finance na dopracování detailní studie proveditelnosti, nebo zda práce na projektu zastaví. Předběžnou studii proveditelnosti zpracováváme zejména v situaci, kdy máme několik investičních možností a samotné zpracování několika FS by bylo příliš finančně náročné nebo u velmi rozsáhlých a nákladných projektů. Předvýběr variant na základě předběžných studií může být ekonomicky efektivním řešením. Cílem předběžné studie obvykle je (Fotr, 1999):

- Vyšetřit a posoudit všechny varianty projektu
- Určit, zda povaha a náplň projektu opravňuje jeho detailní analýzu
- Posoudit, zda určité aspekty projektu vyžadují podrobnější šetření pomocí doplňkových studií
- Zjistit, zda je základní myšlenka projektu dostatečně atraktivní pro určitého investora či skupinu investorů
- Posoudit stav životního prostředí v lokalitě realizace projektu a potenciální dopady v souvislosti s ochranou životního prostředí

Hodnotící zpráva (appraisal report)

Tento dokument hodnotí projekt z hlediska technického, komerčního, tržního, manažerského, organizačního, ekonomického a finančního. Všechny tyto aspekty a také

finanční zdraví firmy, která hodlá projekt realizovat, jsou potom shrnuty do závěrečné hodnotící zprávy. Na základě této zprávy většinou dojde ke konečnému rozhodnutí o realizaci projektu.

2.1.3 Zpracovatelský tým a cena

Studii proveditelnosti obvykle zpracovává tým složený z odborníků různých profesí. Zpracovatelský tým musí být sestaven tak, aby odborně pokrýval všechny oblasti projektu. Zpracovatelský tým většinou tvoří lidé z těchto oblastí (Fotr, 1999):

- Ekonomie
- Marketing
- Strojní, stavební inženýrství
- Management
- Finance a účetnictví
- Ochrana životního prostředí

Studie proveditelnosti definuje kvalitu, efektivitu a udržitelnost projektu. Tomu také odpovídá její cena, která se obvykle pohybuje mezi 5 – 7% ceny celého projektu. Tento předpoklad je třeba považovat za orientační. Skutečné náklady mohou záviset na mnoha dalších parametrech (zkušenost zpracovatelů, rozsah práce, složitost projektu, mzdová úroveň, míra konkurence atd.).

2.1.4 Struktura studie proveditelnosti

Studie proveditelnosti je rozdělena do tematicky zpracovaných kapitol. Kapitoly jsou členěny podle problematiky, kterou řeší. Jednotlivé dílčí kapitoly studie proveditelnosti jsou závislé na typu projektu. Rozsah i struktura studie proveditelnosti je vždy upravena dle potřeby využití resp. zadání či pokynů poskytovatele finančních prostředků. Rozsah a podrobnost připravované studie proveditelnosti nelze tedy brát jako jedinou možnost. Důležité je, aby studie co nejvhodněji popsala investiční projekt, nabídla různé variace řešení, optimalizovala a co nejlépe specifikovala případná rizika. Jednotlivé kroky přípravy projektu lze samozřejmě nejprve řešit krok po kroku, ale je nutné si uvědomit, že jednotlivé kroky na sebe navazují a vzájemně se ovlivňují. Získání nových informací a výsledků některých fází nás nutí vrátit se k některým z předchozích fází a přepracovat určité prvky projektu. Zpracování studie proveditelnosti je proces postupného zpřesňování jejích jednotlivých prvků s mnoha zpětnými vazbami. Studii proveditelnosti má smysl zpracovávat pouze tehdy, jestliže předchozí analýzy projektu (studie příležitostí, předběžná studie proveditelnosti) ukázaly, že je projekt životaschopný a lze získat finanční zdroje pro jeho realizaci. V opačném případě by byly zbytečně vynaloženy finanční prostředky i čas nutné k jejímu zpracování.

Obecný obsah studie proveditelnosti, který zde uvádím, vychází z metodiky zpracované Ministerstvem pro místní rozvoj. Při samotném zpracování dokumentu zpravidla dochází k úpravám na základě potřeb a požadavků zadavatele. Studie proveditelnosti nejčastěji zahrnuje tyto oblasti (Sieber, 2004):

Titulní strana

1. Obsah
2. Úvod

Titulní strana by měla obsahovat stručnou identifikaci dokumentu. Je potřeba uvést, že se jedná o studii proveditelnosti a uvést celý název projektu. V úvodu je nutné zmínit účel, pro který je studie vypracovaná, počet stran textu a počet příloh. Tyto údaje mohou být doplněny o identifikaci zadavatele a zpracovatele a jejich kontaktní údaje.

3. Stručné vyhodnocení projektu

Tento oddíl obsahuje stručný popis stávající situace, její problémy a nedostatky. Je zde uvedena analýza poptávky po realizaci projektu, analýza potřebnosti a přínosu projektu. Kapitola vymezuje cílové skupiny, na které je projekt zaměřen a bude mít na ně vliv.

4. Popis podstaty projektu a jeho etap

Kapitola obsahuje charakteristiku projektu a jeho komplexní popis. Jsou zde uvedeny informace ohledně smyslu a zaměření projektu, jaké služby či projekty budou poskytovány, kdo je investorem projektu, jaká je kapacita projektu a jeho lokalizace. Jsou zde zodpovězeny otázky, jakými etapami projekt prochází a jejich specifikace.

5. Analýza trhu a marketingová strategie

Tato kapitola zahrnuje popis všech klíčových částí marketingové analýzy trhu: marketingový výzkum (analýza trhu, poptávky, konkurence), marketingová strategie a marketingový mix

6. Management projektu a řízení lidských zdrojů

Obsahem kapitoly je plán související s managementem projektu. Toto plánování zahrnuje i veškeré organizování, řízení a kontrolu všech procesů nezbytných pro realizaci projektu.

7. Technické a technologické řešení projektu

Oddíl shrnuje všechny technické a technologické aspekty projektu.

8. Dopady projektu na životní prostředí

Kapitola udává popis veškerých kladných i negativních vlivů, které plynou z realizace projektu v jeho jednotlivých etapách.

9. Zajištění dlouhodobého majetku

Oddíl vymezuje strukturu dlouhodobého (investičního) majetku, určuje výši investičních nákladů, zabývá se problematikou servisních podmínek, případným znovupořizováním a amortizací.

10. Řízení pracovního kapitálu

11. Finanční plán projektu

12. Analýza nákladů a užitků projektu

Metodika používaná pro účely Analýzy nákladů a užitků (Cost Benefit Analysis, CBA) je nedílnou součástí studie proveditelnosti a klade si za cíl zohlednit zatížení předkladatele projektu, návratnost a efektivnost vynaložených prostředků, účelnost, realizovatelnost a životaschopnost projektu.

13. Analýza rizik

14. Harmonogram projektu

Harmonogramem se rozumí časový plán projektu, jeho jednotlivých činností a fází. Z podoby harmonogramu musí být patrné, kdy jednotlivé činnosti začínají a končí, jak se vzájemně překrývají a které činnosti na které navazují.

15. Závěr a výsledné posouzení projektu

Zhodnocení projektu je komplexní a propracovaný závěr, zahrnující výsledné posouzení projektu ze všech uvažovaných hledisek. Vyjadřuje se k realizovatelnosti a finanční rentabilitě projektu. Uvádějí se zde zásadní ukazatele a jejich hodnoty spočítané z nákladů a výnosů obsažených ve finálním finančním plánu a výsledky analýzy rizik.

Přílohy

2.2 Strategické analýzy

Mezi analýzy strategického charakteru můžeme zařadit SWOT analýzu, PEST analýzu a Analýzu pěti tržních sil.

2.2.1 SWOT analýza

SWOT analýza je jedním ze základních nástrojů strategického managementu, ale je také vhodná jako příprava pro marketingový plán (Keřkovský, 2002). Výstupem SWOT analýzy je matice se čtyřmi kvadranty, do nichž se zapisují silné stránky, slabé stránky, příležitosti a hrozby. SWOT je zkratka složená z počátečních písmen slov:

- Strengths (silné stránky)
- Weaknesses (slabé stránky)
- Opportunities (příležitosti)
- Threats (hrozby)

SWOT analýza má přimět management a ostatní zaměstnance zamyslet se nad těmito prvky. Důležité je vyvodit z nich příslušné důsledky. Silné a slabé stránky se řadí k vnitřním faktorům, jsou definované vnitřními vlivy (lidským kapitálem, zkušenostmi, duševním vlastnictvím, vybavením, kapacitami). Příležitosti a hrozby jsou řazeny mezi faktory vnější, ale do značné míry bývají ovlivněny i faktory interními. Firma může sama ovlivnit, jaké budou na trhu příležitosti, a může také aktivně předcházet hrozbám.

	Silné stránky (Strengths)	Slabé stránky (Weaknesses)
Interní faktory	<ul style="list-style-type: none"> • Kvalitní výrobky (služby) • Tradice značky • Dobře zajištěný a fungující servis • Dobrá finanční situace • Vyškolený prodejní personál • Vysoká úroveň marketingové komunikace 	<ul style="list-style-type: none"> • Konzervativní přístup k inovačnímu procesu • Vysoká zadluženost • Nedostatečná úroveň informačního systému • Nízký prodejní obrat • Podnik je nováčkem na zavedeném trhu
	Příležitosti (Opportunities)	Hrozby (Threats)
Externí faktory	<ul style="list-style-type: none"> • Příznivé podmínky na trhu • Chybná strategie konkurence • Příznivé změny v politice • Snadný vstup na nové trhy • Moderní trendy v technologiích 	<ul style="list-style-type: none"> • Nepříznivé legislativní změny • Politické změny (destinace) • Zvýšení konkurenčního tlaku • Zvýšení rizik prodeje

Obrázek 1: Příklad SWOT analýzy

2.2.2 PEST analýza

PEST nebo také STEP analýza je analýza politických, ekonomických, sociálních a technologických faktorů. Stejně jako u SWOT analýzy je zkratka PEST složená z počátečních písmen slov Political, Economic, Social a Technological. PEST analýza je součástí strategického managementu a používá se obvykle tehdy, kdy se společnost rozhoduje nad svým dlouhodobým strategickým záměrem, nebo když plánuje realizovat velký projekt, jakým může být vybudování nové továrny či vstup firmy na trh (Keřkovský, 2002). PEST analýza se tak na rozdíl od SWOT analýzy nedělá příliš často. PEST analýza popisuje vazby k makrookolí a měla by stavět na co největším množství nezávislých faktů, které dodávají národní vlády, zákonodárné orgány, centrální banky, statistické úřady nebo mezinárodní organizace jako např. OECD. V jednotlivých prvcích PEST analýzy se obvykle sledují následující ukazatele:

- Politické prostředí (stabilita politické scény, zákony a návrhy zákonů, chování regulačních orgánů v energetice, telekomunikaci a televizním vysílání)
- Ekonomické prostředí (daně, cla, stabilita měny, kurz měny, HDP, specifické zaměření trhu, pobídky pro zahraniční investory)
- Sociální prostředí (demografické ukazatele, trendy životního stylu, etnické a náboženské otázky, vliv médií, vnímání reklamy, otázky místní etiky – úroveň korupce a dodržování zákonů)
- Technologické prostředí (infrastruktura, rozvoj a zaměření průmyslu, stav aplikované vědy a výzkumu, podpora vědy, průmyslová ochrana)

2.2.3 Analýza pěti tržních sil

Autorem analýzy pěti tržních sil neboli analýzy 5F (z angl. Five Forces), je Michael E. Porter. Je to způsob analýzy odvětví a jeho rizik. Podstatou analýzy je sledování vývoje konkurenční situace na trhu pomocí pěti prvků (Keřkovský, 2002):

- Stávající konkurenti a jejich schopnost ovlivnit cenu a nabízené množství daného výrobku či služby
- Potenciální konkurenti a možnost, že vstoupí na trh a ovlivní cenu a nabízené množství daného výrobku či služby
- Dodavatelé a jejich schopnost ovlivnit cenu a nabízené množství potřebných vstupů
- Kupující a jejich schopnost ovlivnit cenu a poptávané množství daného výrobku či služby
- Substituty a cena a množství výrobku či služby, který je schopen alespoň částečně nahradit daný výrobek či službu



Obrázek 2: Model pěti sil podle M. E. Portera (zdroj www.managementmania.com)

2.3 Analýza trhu a marketingová strategie

Nedílnou součástí studie proveditelnosti je vedle finanční analýzy analýza trhu a z ní vycházející marketingová strategie. Ať už se jedná o jakýkoli projekt (komerční, veřejně prospěšný) při řízení všech jeho fází se dostáváme do dodavatelsko-odběratelských vztahů. Je nasnadě, že tyto vztahy mohou ovlivnit smysluplnost a realizovatelnost projektu. V této kapitole je tedy potřeba zabývat se otázkou, pro koho je služba určena, jaký problém řeší, v jakém rozsahu a po jakou dobu bude o tuto službu zájem, jakým způsobem zvýšit její využívání a jak zajistit informovanost o existenci této služby.

2.3.1 Marketingový výzkum

Marketingový výzkum zahrnuje získávání, analýzu a hodnocení informací o trhu a jeho okolí. Souhrn výsledků marketingového výzkumu nám umožní identifikovat tržní příležitost a rizika projektu. V této fázi studie proveditelnosti je na základě získaných marketingových informací zapotřebí stanovit cílový trh projektu, analyzovat zákazníky, definovat segmenty trhu, analyzovat tržní konkurenci a stanovit budoucí vývoj poptávky (Fotr, 2011).

Analýza poptávky

Z analýzy poptávky je možné zjistit, jak velký objem zboží nebo služeb budeme schopni na trhu realizovat. Poptávku lze analyzovat podle následujících kritérií (Němec, 2002):

- Geografická hranice trhu
Trh lze rozlišit na místní, regionální, tuzemský nebo mezinárodní.
- Tržní potenciál

Tržní potenciál se zjišťuje ve zvolených geografických hranicích trhu za pomoci průzkumu zájmu. Je možné použít metodu dotazníku nebo osobní dotazování. Od respondentů je zapotřebí získat informace o velikosti jejich zájmu o výrobek či službu. Současně s těmito informacemi můžeme vyhodnotit i věkové rozmezí potenciálního zákazníka.

- Potenciální poptávka

Ze zjištěné velikosti tržního potenciálu a odhadu podílu koupěschopných zákazníků, je možné odhadnout velikost potenciální poptávky. Potenciální poptávka obvykle nepřekročí 7-10% tržního potenciálu.

- Vývoj poptávky

Pro určení vývoje poptávky je zapotřebí shromáždit a analyzovat údaje o současné poptávce a roztrždit je podle tržních segmentů. Dále pak určit faktory, které v minulosti poptávku ovlivňovaly a nalézt vztah mezi těmito faktory a poptávkou. V neposlední řadě předpovědět vývoj těchto faktorů. Tržní potenciál a potenciální poptávka jsou kumulativní hodnoty, které odpovídají celkové době životního cyklu výrobku. Tyto údaje je nutné promítnout do časové osy tak, že se určí velikost potenciální poptávky pro jednotlivé roky. Současně je třeba uvést, za jakých podmínek bude tato předpověď reálná (podpora prodeje, náklady na propagaci).

Analýza konkurence

Při zpracování podnikatelského plánu je analýza konkurence její nedílnou součástí. Konkurence může být přímá, to jsou zpravidla již existující podniky. Konkurence nepřímá je konkurence nová, konkurence odběratele či dodavatele a konkurence substitutů (Jakubíková, 2008).

- Stávající konkurence

Podniky, které dodávají na trh produkty či služby stejného druhu. Vždy je dobré se od stávající konkurence odlišit, vytvořit si konkurenční výhodu, např. jedinečné logo nebo název, cenovou dostupnost, individuální přístup, věrnostní program, dárky v ceně, estetiku webových stránek, různé možnosti plateb atd.).

- Nová konkurence

Podniky, u kterých je předpoklad vstupu na trh. Nejčastěji se jedná o odhad celkového vývoje daného trhu, atraktivnost trhu, dosahovaný zisk konkurence, předpokládané chování spotřebitelů, případné bariéry na trhu a legislativní překážky. Na základě těchto informací lze odhadnout úspěšnost působení na trhu i nebezpečí vstupu další konkurence.

- Konkurence odběratele

Jde o situaci, kdy odběratel výrobků nebo služeb jisté firmy, tuto firmu vypustí a začne si její výrobky či služby zajišťovat vlastními silami. V podobných případech firma přichází nejen o stávajícího zákazníka, ale také o zákazníky potenciální, např. na základě nižší zaváděcí ceny při zahájení provozu. Tento vývoj je nutné průběžně sledovat a včas na vzniklé situace reagovat, zkvalitňovat nabídku, rozšiřovat sortiment a nabízené služby.

- Konkurence dodavatele

Jedná se o situaci, kdy dodavatel může rozvojem svých činností nahradit původního odběratele. S tímto případem je opět nutné s předstihem počítat, sledovat všechny příznaky a najít vhodné řešení, např. hledání jiných dodavatelů nebo nových zákazníků.

- Konkurence substitutů

Jde o situaci, kdy se na trhu vyskytují podobné či příbuzné výrobky a služby. Tyto náhrady nejsou většinou na první pohled zřetelné. Je zapotřebí sledovat nové trendy v oboru, vývoj výrobků, materiálů a konstrukčního řešení.

2.3.2 Marketingová strategie

Slovo strategie znamená dlouhodobý záměr k dosažení určitého cíle. Marketingová strategie je procesem efektivního rozložení finančních prostředků ke zvýšení prodeje a udržení si konkurenční výhody. V této fázi plánování je tedy třeba vymezit (Fotr, 2011):

- Poslání projektu (základní činnosti a funkce projektu)
- Hlavní strategický cíl projektu (stav, kterého má být dosaženo)
- Zvolené strategie (zvolené postupy, jakými mají být hlavní cíle dosaženy)

Hlavními cíli marketingové strategie by měly být propagační aktivity, distribuční kanály, řízení vztahu se zákazníky a kroky vývoje produktu. Marketingová strategie se plánuje na základě marketingových výzkumů, jejichž úkolem je získat informace o trhu, konkurenci, riziku, cílové skupině aj. Klíčovou roli v marketingové strategii hraje zákazník a výdaje podniku. Mezi nejrozšířenější marketingové strategie se řadí strategie minimálních nákladů, strategie diferenciací (odlišení) produktu a strategie tržní orientace.

Strategie minimálních nákladů

Podnik usiluje o dosažení co nejnižších nákladů na produkci a distribuci produktů či služeb. Získává tak větší podíl na trhu a možnost vyrábět a prodávat více než konkurence (Jakubíková, 2008). Nástrojem konkurenčního boje je tedy především cena. Zdroje výhody nízkých nákladů mohou být různé, k danému odvětví to mohou být např. úspory z velkovýroby, patentovaná technologie, výhodný přístup k surovinám. Tento druh strategie se využívá především u běžného spotřebního zboží, např. potraviny, textil, elektronika.

Strategie diferenciací produktu

Podnik usiluje o diferenciaci neboli odlišení produktu pomocí psychologických nástrojů, např. reklamy, obalů či ceny (Jakubíková, 2008). Cílem strategie je dosažení maximálního výkonu v oblasti, která je pro zákazníka důležitá (servis, doplňkové služby, nová technologie). Tuto strategii uplatňují především střední a malé podniky s omezenými finančními zdroji.

Strategie tržní orientace

Podnik se zaměřuje na jeden či více mikrotrhů, s cílem co nejlépe rozpoznat potřeby těchto segmentů a získat na nich vedoucí postavení (Jakubíková, 2008). Podnik většinou nemá dostatek zdrojů pro obsluhu trhu velkého rozsahu. Na menších trzích je většinou malá konkurence a tím může být zajištěna větší ziskovost některého segmentu.

2.3.3 Marketingový mix

Základním nástrojem marketingového řízení je marketingový mix. Jedná se o soubor proměnných, které představují kroky ke zvýšení poptávky. Marketingový mix zahrnuje čtyři prvky, někdy též označované jako 4P, podle jejich anglických názvů:

- Product (produkt) – popis produktů a služeb
- Price (cena) – cenová politika
- Promotion (propagace) – komunikační kanály
- Place (místo) – distribuční cesty

Produkt

Produkt je chápán jako prostředek k uspokojení určité potřeby zákazníka. Je tedy nezbytně nutné, aby produkt představě zákazníka maximálně vyhovoval. Produkt musí být sestaven tak, aby odpovídal nárokům stávajícího zákazníka, musí se tedy vyvíjet a pro nové zákazníky musí být lákavý. Mezi důležité komponenty produktu řadíme (Kotler, 2013): rozmanitost, jakost, design, vlastnosti, značka, balení, velikost, služby, záruky a výnosy.

Cena

Do seznamu aktivit vytvářejících cenovou politiku se zahrnuje např. stanovení ceny, cenová strategie, politika slev či dodací a platební podmínky (Wupperfeld, 2003). Při stanovení ceny můžeme vycházet z kalkulace nákladů, ze srovnání ceny s konkurencí nebo z dostupných informací o cenové citlivosti zákazníků. Při manipulaci s cenou musíme dostatečně přesně vědět, jakou „obětí“ je zákazník ochoten podstoupit kvůli našemu produktu. Tuto obětí zákazník podstoupí jen tehdy, pokud to, co získá, bude mít pro něj větší užitek. V opačném případě je možné, že zákazník produkt nahradí substitutem, pokud existuje.

Propagace

Propagace produktu je nutná jak při uvádění nového produktu na trh, tak při jeho stabilizaci na daném trhu. Propagace znamená, že podnik zvyšuje povědomí o nabízeném produktu (Kotler, 2013). Mezi nástroje propagace zejména patří:

- Reklama
Reklama je neosobní a jednosměrná forma komunikace. Jejím cílem je přesvědčit zákazníka ke koupi. Výhodou reklamy je možnost oslovení velkého množství potenciálních zákazníků najednou. Při plánování reklamy jako nástroje propagace musíme vzít v úvahu její cíl, cílovou skupinu a komunikační médium.
- Podpora prodeje
Pokud si zákazník koupí určitý produkt, získá tím přidanou hodnotu v podobě např. účasti v soutěži, dárků, slev na další nákupy či jiných premií. Podmínkou většinou bývá splnění jistých požadavků, např. nákup v určitém časovém horizontu. Cílem podpory prodeje je udržet si loajalitu zákazníka.
- Public relations
Public relations představují takovou činnost podniku, jejímž cílem je vytváření dobrých vztahů, udržení a pěstování si důvěry u veřejnosti. Ovlivňují pohled veřejnosti na podnik a také jeho pověst. Mezi nejoblíbenější formy Public relations patří sponzoring, organizace různých událostí či publicita.

- Osobní prodej

Při tomto druhu propagace dochází k přímému kontaktu a komunikaci mezi podnikem (nebo jeho zástupcem) a zákazníkem za účelem prodeje. Na rozdíl od reklamy, neosobní formy propagace, je tato forma velmi efektivní při upevňování vztahu se zákazníky.

Dalšími nástroji propagace mohou být plakáty, billboardy, bigboardy, vkládané reklamy nebo adresný a neadresný mailing.

Místo

Jedná se o popis distribučních cest, kterými se dostávají produkty či služby od poskytovatele ke spotřebiteli. Popisuje se zde zejména seznam obchodních zástupců, zařazení v prodejních katalogích nebo využití prodejních sítí.

2.4 Management projektu a řízení lidských zdrojů

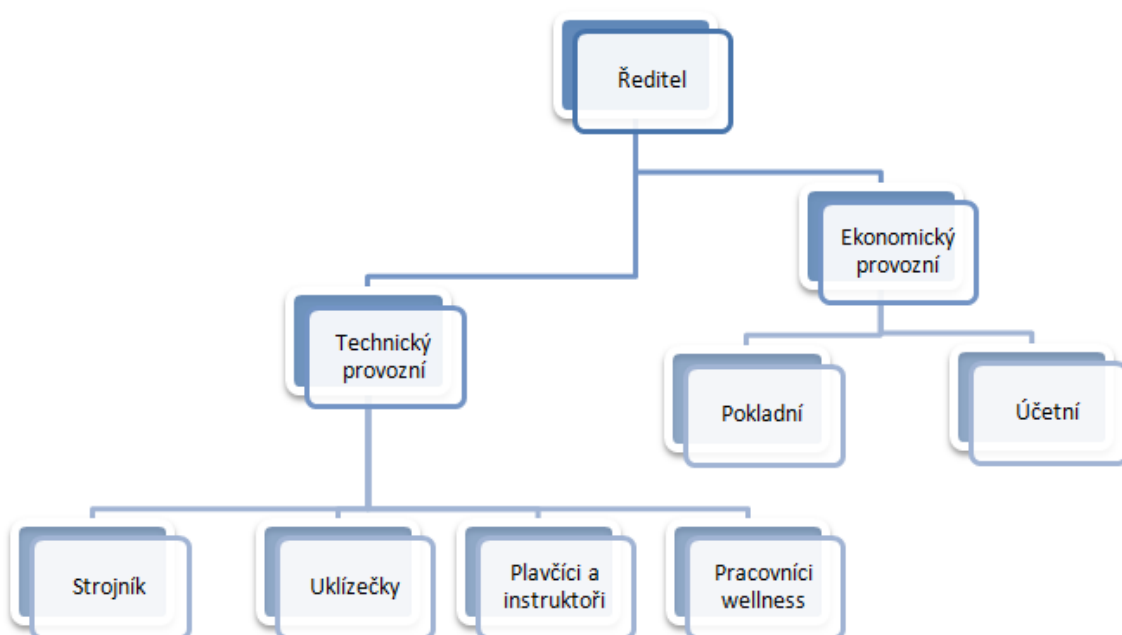
V případě vybudování nové firmy je potřeba vyřešit i její organizační strukturu, tzn. rozčlenění do jednotlivých útvarů a vymezení pravomoci na řídicích úrovních. Neexistuje jediná optimální organizační struktura společná všem projektům, každá struktura odpovídá potřebám daného investičního projektu. Stejně jako uspořádání procesů v průběhu životního cyklu projektu se může měnit i organizační struktura. Významné odlišnosti v organizaci práce, vymezení odpovědnosti, nadřízenosti a podřízenosti lze očekávat mezi investiční a provozní fází. Potom je potřeba pro každou z těchto etap nastínit její vlastní organizační uspořádání. Mezi základní charakteristiky klasifikace organizačních struktur patří uplatňování rozhodovací pravomoci mezi organizačními jednotkami a sdružování činností, které tvoří hlavní obsahovou náplň jednotek (Cejthamr, 2010). Při hledání správné organizační struktury je zapotřebí vzít také v úvahu:

- Míru centralizace, resp. decentralizace pravomoci
- Členitost (počet podřízených prvků)
- Počet hierarchií řízení
- Strmost a plochost organizační struktury
- Časové trvání (dočasné týmy pro řešení konkrétního úkolu, zavedení nového výrobku)

Jednotlivé organizační struktury se rozlišují na základě uplatňování rozhodovací pravomoci mezi organizačními jednotkami (Svozilová, 2006): liniové (lineární), štábní, kombinované (liniově štábní, maticové, projektové, organizační týmy).



Obrázek 3: Příklad organizační struktury v investiční fázi



Obrázek 4: Příklad organizační struktury v provozní fázi

Úzkou návaznost na management organizace má personalistika a řízení lidských zdrojů. Personální management je oblast procesů v organizaci, která se zabývá řízením a rozvojem lidských zdrojů. Zahrnuje komplexní práci s lidmi v organizaci od získávání pracovníků, uzavření pracovní smlouvy, osobní rozvoj až po vyplácení mezd.

Ve studii proveditelnosti musí být uvedena kapitola, která se zabývá popisem lidských zdrojů, tzn. seznamem a počtem pracovníků projektu, jejich zapojením do projektu, kvalifikací,

dovednostmi a zkušenostmi. Po vyjasnění požadavků na pracovní síly z hlediska počtu a odbornosti, se dále stanovuje (Fotr, 2011):

- Jaká vzniknou pracovní místa (mzda, pracovní podmínky, povinnosti, benefity)
- Způsob náboru a získávání pracovních sil
- Které činnosti budou zajišťovány novými zaměstnanci a které stávajícími
- Programy zvyšování kvalifikace
- Výši mzdových nákladů, zdravotní a sociální pojištění
- Vymezení pracovní doby jednotlivých profesí
- Způsob hodnocení pracovníků
- V jakém prostředí budou jednotlivé profese vykonávány a jak bude zajištěna bezpečnost práce a ochrana zdraví pracovníků

2.5 Etapizace a harmonogram realizace projektu

Ať už bude plán jakéhokoliv projektu zpracovaný do nejmenších podrobností, přesto jej nemůžeme považovat za konečný. V závislosti na vnějších podmínkách, jsme nuceni řešit nastalé situace a plán neustále aktualizovat. Přesto však můžeme stanovit, které zásadní informace by měl plán projektu obsahovat (Fotr, 1999):

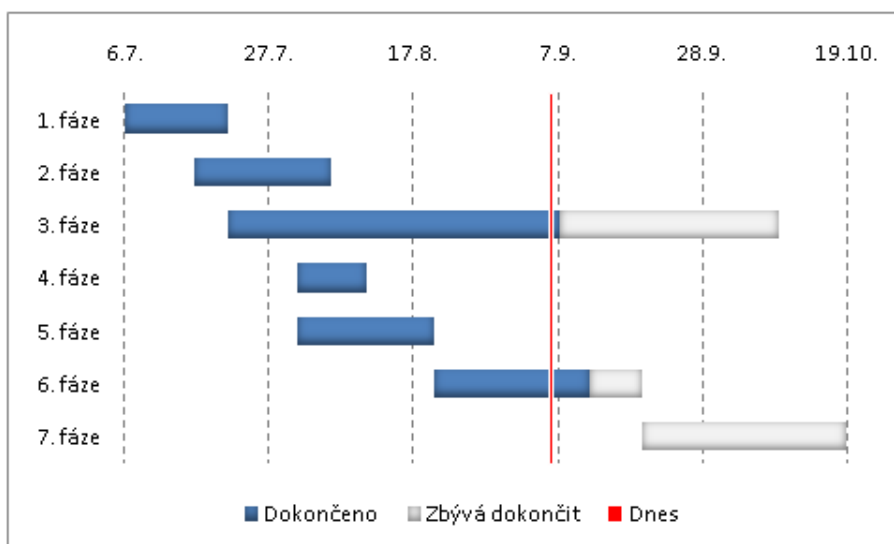
- Jednotlivé úkoly, které je potřeba zajistit
- Termíny, ve kterých je potřeba tyto úkoly dokončit
- Zdroje (finanční prostředky), které jednotlivé úkoly vyžadují
- Výsledky, které plynou z uvedených úkolů
- Vzájemné vztahy jednotlivých úkolů

Etapizace projektu je úzce spojená s jeho životním cyklem. V rámci kapitoly studie proveditelnosti, která zahrnuje tuto problematiku, je nutné vysvětlit, jakými etapami daný projekt prochází, jak je která fáze dlouhá, čím se jednotlivé etapy liší a které oblasti jsou v jednotlivých etapách řešeny výrazně odlišně.

Harmonogram projektu je označení pro časový plán projektu. Časový rozpis jednotlivých kroků je základem pro koordinaci a kontrolu skutečného postupu projektu vůči jeho plánu. Přehledně sestavený harmonogram umožňuje zachytit velké množství informací, které jsou nezbytné k efektivnímu řízení projektu. Mezi nejdůležitější informace obsažené v časovém harmonogramu patří:

- Významné termíny projektu
- Milníky projektu
- Vazby a souslednosti pracovních činností
- Logika výkonu činností při časových změnách v harmonogramu

Při projektovém řízení se časový plán většinou uvádí pomocí síťového grafu. Přehlednější harmonogram potom poskytuje Ganttův diagram, který zobrazuje aktivity jako sloupce. Postupuje se zleva doprava a délka sloupce udává délku trvání aktivit.



Obrázek 5: Příklad Ganttova diagramu

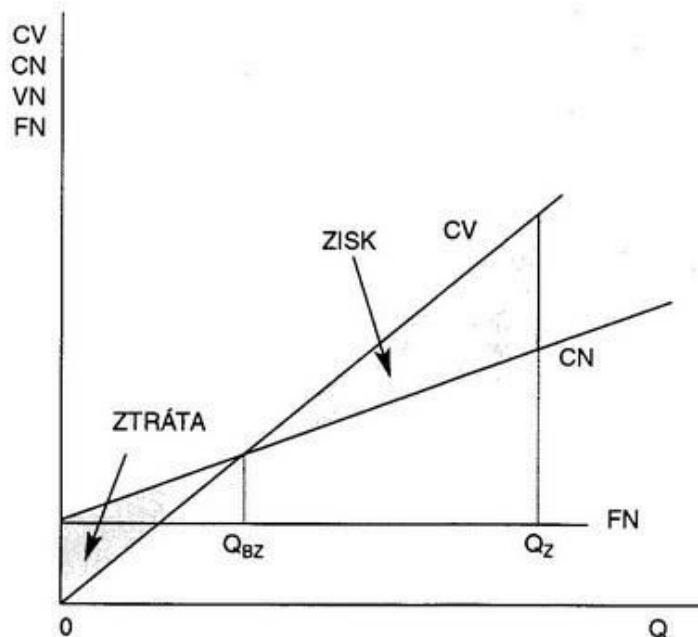
2.6 Finanční a ekonomická analýza

Analýza nákladů a užitků (CBA, Cost Benefit Analysis) je většinou rozdělena na dvě vzájemně propojené části – finanční a ekonomickou. Finanční analýza komplexně finančně zohledňuje veškeré body studie, nejčastěji v následující struktuře:

- Základní kalkulace
- Analýza bodu zvratu
- Finanční plán (plán průběhu nákladů a výnosů, plánované stavy majetku a zdrojů krytí, plán průběhu cash flow)

2.6.1 Základní kalkulace

Hlavním cílem kalkulace je spočítat jednicové náklady výrobku či služby. Je zapotřebí rozlišit fixní a variabilní náklady, také náklady přímé a nepřímé, které jsou důležité při analýze bodu zvratu. Fixní náklady se nemění s objemem produkce, variabilní náklady s objemem produkce rostou. Přímé náklady náleží jednotlivým výrobkům nebo službám. Nepřímé neboli režijní náklady vynaložíme na množství výrobků či služeb, nemůžeme je tedy přiřadit konkrétnímu produktu či službě (Kotler, 2013). Rozlišení fixních a variabilních nákladů je klíčové při řízení zisku. Na základě lineárního modelu vývoje nákladů se ve fázi plánování stanovují optimální varianty činnosti. Jeho základní rovnici lze využít při kvantifikaci zisku, ale i ostatních proměnných z rovnice (bod zvratu, požadovaná úroveň zisku, minimální cena, maximální výše fixních a variabilních nákladů).



Obrázek 6: Lineární model nákladů, výnosů z prodeje a zisku

2.6.2 Analýza bodu zvratu

Cílem analýzy bodu zvratu je nalézt minimální rozsah činnosti, který je zapotřebí pro uhrazení celkových nákladů. Bod zvratu určuje takovou produkci, při které je dosaženo nulového zisku. Jakmile produkce přesáhne bod zvratu, dostává se podnik do zisku. K určení bodu zvratu můžeme použít následující vztah (Fotr, 1999):

$$BZ = \frac{F}{c-v}, \quad (1)$$

BZ...bod zvratu produkce

F...fixní náklady

c...prodejní cena

v...jednotkový variabilní náklad

Graficky lze bod zvratu vyjádřit jako průsečík přímky celkových nákladů a tržeb. Význam stanovení bodu zvratu je z hlediska finančního řízení podniku nezbytný. Pomocí bodu zvratu určujeme objem výkonů potřebných k úhradě fixních nákladů, což je základní podmínka pro tvorbu zisku.

2.6.3 Finanční plán

Při sestavování finančního plánu, což je třetí krok finanční analýzy, je důležité dbát na to, aby byl v souladu s ostatními částmi podnikatelského plánu – musí je podporovat a zároveň musí být jimi podporován. Při vlastním stanovení finančního plánu musíme sledovat průběh nákladů a výnosů. Pozornost je potřeba věnovat také plánované výši využívaného majetku a zdrojů jeho krytí (Valach, 2010). Zaměřit bychom se měli také na průběh příjmů a výdajů, na ukazatele likvidity a výnosnosti. Finanční plán by měl být vypracovaný na celé období, pro které firma plánuje čerpat z cizích finančních zdrojů. Finanční plán by měl být vodítkem při

dosahování stanovených cílů v různých stádiích vývoje. Pro dobrý finanční plán je klíčová jeho realističnost. Pokud finanční plán sestavuje podnik s určitou historií, je důležité uvést všechny historické údaje. Ty mohou posloužit jako důkaz, že podnik má již určité zkušenosti a také mohou být realistickým základem pro vytvoření budoucího finančního plánu.

2.6.4 Analýza Cash Flow

Při řízení podniků se v posledních letech stále častěji využívá informací o peněžních tocích. Peněžní tok neboli Cash Flow vyjadřuje hotovostní tok podniku za konkrétní období (rok, čtvrtletí, měsíc). Metoda Cash Flow proto patří k moderním metodám finanční analýzy a finančního řízení. Oproti výsledovce, která zobrazuje náklady a výnosy, výkaz Cash Flow sleduje příjmy a výdaje. Analýza Cash Flow pak poskytuje následující informace (Fotr, 2005):

- Jak společnost hospodaří v provozní (provozní Cash Flow) a neprovozní oblasti
- Jaká aktiva nově financuje či jaká aktiva jsou zdrojem financování
- Jaká pasiva nově financuje a jaká pasiva jsou zdrojem nového financování

Výdaje (Cash Flow-)

- Nárůst aktiv - jedná se např. o nárůst zásob či pohledávek. Pokud firmě vzrostou zásoby či jiné pohledávky, musí tento nárůst financovat.
- Pokles pasiv - jedná se např. o pokles vlastního kapitálu nebo závazků. Pokles pasiv zpravidla vždy znamená výdaj, kdy firma musí např. vyplatit podíl ze zisku nebo splatit investiční úvěr.

Příjmy (Cash Flow+)

- Pokles aktiv – jedná se např. o pokles pohledávek či zásob. Pokud firmě poklesnou dlouhodobé pohledávky tím, že dojde k jejich úhradě, jedná se o příjem.
- Nárůst pasiv – jedná se např. o nárůst závazků či vlastního kapitálu. Pokud firmě vzrostly krátkodobé závazky, např. neplacením DPH, firma je v prodlení a hrozí jí exekuce. Z hlediska Cash Flow se však jedná o příjem. V jiném případě mohla firma načerpat nový provozní úvěr, taktéž se jedná o Cash Flow příjem.

2.6.5 Ekonomická analýza

Ekonomická analýza se od běžného finančního posouzení liší zejména tím, že jsou zvažovány veškeré přímé i nepřímé přínosy a náklady všech subjektů zainteresovaných do projektu. Najdeme zde přehled hmotných, nehmotných, soukromých, veřejných, pozitivních a negativních dopadů. Při hodnocení projektu není tedy důležitý samotný zisk, ale tzv. společenský užitek. Projekty, které tento užitek mají přinášet, není možné hodnotit pouze na základě finančních toků. Proto je zapotřebí věnovat ekonomické analýze dostatečnou pozornost tak, aby projekt byl zhodnocen ve všech důležitých aspektech. Z takové analýzy by mělo vyplývat, že předkládaný projekt je proveditelný a zároveň je nejlepší variantou mezi všemi ostatními projekty.

2.7 Technologické řešení projektu a vliv projektu na životní prostředí

2.7.1 Technologické řešení projektu

Volba technologie a výrobního zařízení jsou na sobě úzce závislé a nelze je řešit odděleně. Je zapotřebí zdůvodnit volbu konkrétní techniky, technologie a organizace provozu. Možné je také uvést, zda se uvažuje o konvenčním provozu, robotizovaném či automatizovaném. Vhodné je zaznamenat schémata toků informací, materiálů či výroby. Volba samotné technologie není zpravidla jednoznačně dána. Její výběr ovlivňují mnohé faktory (Fotr, 1999):

- Dostupnost nebo kvalita základního materiálu
- Dostupnost pokrokových zahraničních technologií
- Již zvolené základní charakteristiky projektu (např. lokalita)
- Náročnost technologie na pracovní síly
- Míra novosti a pokrokovosti
- Vliv na životní prostředí.

U popisu technologie je důležité definovat různé varianty řešení projektu, aby bylo možné vybrat z nich optimální variantu. Při výběru se přihlíží k možnostem získání požadované technologie (přímý nákup, zakoupení licence) a také k dostupným finančním prostředkům. S volbou technologie souvisí také výběr strojů a zařízení. V plánované studii je potřeba uvést jejich seznam včetně typů, výrobců a dodavatelů a hlavně pořizovací náklady včetně montáže. Důležitým článkem studie proveditelnosti v oblasti technického řešení projektu jsou stavby a stavební práce. Tato část se zabývá předběžnou volbou vhodných budov pro daný projekt. Stavby a stavební práce se člení na (Němec, 2002):

- Stavební objekty – investiční náklady se určují pomocí sazeb za obestavěný metr krychlový
- Úpravy pozemku – práce před vlastní výstavbou (skrytí ornice, likvidace stávajících objektů), práce po ukončení výstavby (terénní úpravy, výsadba zeleně), investiční náklady se určí pomocí sazby za metr čtvereční upravované plochy
- Zařízení staveniště – objekty a zařízení, které slouží stavebním firmám v době realizace projektu (provozní, sociální, výrobní účely)

Další nezbytné údaje z hlediska technicko/technologického, které by měla studie proveditelnosti obsahovat, zahrnují výhody a nevýhody předpokládaných řešení, technická rizika, životnost zařízení, údržba zařízení, nákladnost oprav, změny v provozní náročnosti vlivem opotřebení či provozní parametry pilotního a ostrého provozu.

2.7.2 Vliv projektu na životní prostředí

Při sestavování studie proveditelnosti je nezbytné uvést všechny příznivé i nepříznivé vlivy projektu na životní prostředí. Nepříznivé dopady projektu na životní prostředí mají většinou charakter produkce určitých látek, které se rozdělují do následujících kategorií:

- Toxické látky
- Výbušniny a hořlaviny

- Plynné či pevné látky znečišťující ovzduší
- Látky kontaminující povrchové či podzemní vody
- Látky kontaminující půdu

Cílem analýzy je stanovit účinky těchto látek na životní prostředí, ohodnotit jejich velikost a význam a definovat varianty řešení. Nepříznivé účinky mohou být buď zcela eliminovány, nebo minimalizovány na takovou úroveň, která neomezuje kvalitu životního prostředí. Realizace takových opatření je často značně finančně náročná, což může mít vliv při rozhodování o výhodnosti projektu.

2.8 Zajištění investičního a oběžného majetku

Dlouhodobý majetek tvoří součást aktiv podniku a můžeme jej rozdělit na tři skupiny:

- Dlouhodobý hmotný majetek
- Dlouhodobý nehmotný majetek
- Finanční majetek

Podstatným rysem dlouhodobého hmotného a nehmotného majetku je umožňovat nebo rozšiřovat existující podnikatelskou činnost. Není tedy určen k prodeji a k získání dodatečných peněžních prostředků, ale k dlouhodobému užívání v podniku. Dlouhodobý finanční majetek se naproti tomu nepožizuje s cílem užívat ho ke své činnosti, nýbrž s cílem dosáhnout prospěchu v podobě určitých výnosů nebo jiného kapitálového zhodnocení (Valach, 2010).

Mezi dlouhodobý hmotný majetek patří pozemky a stavby, samostatné movité věci, pěstitelské celky (chmelnice, vinice), dospělá zvířata a jejich skupiny, umělecká díla a movité kulturní památky. Dlouhodobým nehmotným majetkem se rozumí zejména zřizovací výdaje, nehmotné výsledky výzkumu a vývoje, software, ocenitelná práva (know-how, licence) a goodwill. Mezi dlouhodobý finanční majetek patří především majetkové podíly v jiném podniku, cenné papíry majetkové povahy, dlužné cenné papíry, půjčky nebo dlouhodobé termínované vklady.

Výstupem kapitoly studie proveditelnosti týkající se investičního a oběžného majetku by měl být seznam veškerých nutných investic dlouhodobé povahy, které projekt v jednotlivých jeho fázích vyžaduje. Převážná část investic se obvykle vynakládá v realizační fázi projektu. Nesmíme zapomenout na logistické a dodavatelsko-odběratelské řešení projektu, do kterého spadají úvahy ohledně velikosti a koloběhu zásob, rozhodnutí o nákupu investičního majetku v té které fázi projektu a také případný roční obrat. Kapitola také zahrnuje výdaje spojené se získáním pozemku, se stavební částí projektu, s pořízením technologie a její montáží a také s pořízením dalšího zařízení. Důležitou součástí jsou také finance spojené se zhotovením potřebných studií, včetně studie proveditelnosti či projektové dokumentace.

2.9 Efektivita a udržitelnost projektu

Každý, kdo vkládá finanční prostředky, očekává v budoucnu dosažení určitého zisku. Základními ukazateli pro posouzení investice jsou:

- Výnosnost (rozdíl mezi výnosy, které očekáváme a náklady, které musíme investovat)
- Rizikovost (jak je velké riziko, že očekávaných výnosů nedosáhneme)
- Splatnost (čas, za který se investice přemění na výnosy)

V této části studie proveditelnosti je potřeba vzít na vědomí, že řízení projektu nekončí jeho investiční částí, ale pokračuje fází provozní. V obou fázích je nutné posuzovat soubor vlastností, které ovlivňují funkci, výstupy a dosahování cílů projektu. Udržitelnost projektu úzce souvisí s řízením rizik a také s finančním plánováním, plánováním zdrojů a plánováním provozu. Hodnocení se provádí na základě ukazatelů z finančních toků (Fotr, 2000):

- Čistá současná hodnota (net present value)
- Vnitřní výnosové procento (internal rate of return)
- Doba návratnosti (payback period)
- Index rentability (profitability index)
- Rentabilita kapitálu (return on capital)

2.9.1 Ukazatele rentability

Rentabilita je míra schopnosti podniku vytvářet nové zdroje a dosahovat zisky použitím investovaného kapitálu. Rentabilita je vyjadřována jako poměr zisku k částce vloženého kapitálu. Obecně jsou používány tři základní ukazatele rentability (Fotr, 2000):

- Rentabilita celkového vloženého kapitálu
- Rentabilita vlastního kapitálu
- Rentabilita dlouhodobě investovaného kapitálu

Předností ukazatelů rentability kapitálu je jednoduchost propočtu a jeho srozumitelnost. Jejich nevýhodou je závislost na určitých platných pravidlech účetnictví, která se mohou v jednotlivých zemích lišit.

Rentabilita celkového vloženého kapitálu

Ukazatel vyjadřuje celkovou efektivnost podnikání. Ukazatel respektuje skutečnost, že efektem zhodnocení je odměna vlastníkům podniku a také věřitelům. Rentabilita celkového vloženého kapitálu je vyjádřena poměrem (Fotr, 2000):

$$RCVK = \frac{Z+U(1-d)}{CA}, \quad (2)$$

Z...zisk po zdanění

U...úrok z použitých úvěrů

d...sazba daní z příjmů

CA...celková aktiva

Rentabilita vlastního kapitálu

Ukazatel vyjadřuje výnosnost kapitálu vloženého vlastníky podniku. Je klíčovým měřítkem toho, jak byly prostředky, které do podniku vložili, zhodnoceny.

$$RVK = \frac{\text{zisk po zdanění}}{\text{vlastní kapitál}}, \quad (3)$$

Rentabilita dlouhodobě investovaného kapitálu

Ukazatel umožňuje posoudit výnosnost dlouhodobě investovaného kapitálu. Od rentability celkového kapitálu se liší tím, že ve jmenovateli je pouze dlouhodobě investovaný kapitál, tj. celkový kapitál užitý k financování projektu snížený o krátkodobé cizí zdroje (Fotr, 2000).

$$RDIK = \frac{Z+U(1-d)}{DZ+VK}, \quad (4)$$

DZ...dlouhodobé závazky, včetně bankovních úvěrů

VK...vlastní kapitál

2.9.2 Doba návratnosti

Doba návratnosti, nebo také doba úhrady, udává představu o době, po kterou bude ohrožený počáteční investiční kapitál. Definuje se také, jako doba potřebná pro úhradu celkových investičních nákladů projektu (Fotr, 1999).

$$DN = \frac{NI}{CF}, \quad (5)$$

NI...náklady na investici

CF...roční peněžní tok (roční příjem – úspora nákladů v důsledku investice)

Mezi výhody doby návratnosti patří jednoduchost a srozumitelnost propočtu. Mezi její nevýhody patří nerespektování faktoru času, ignorace příjmu projektu po době úhrady a dále to, že zdůrazňuje příliš rychlou finanční návratnost projektu.

2.9.3 Kritéria založená na diskontování

Do této skupiny ukazatelů patří čistá současná hodnota, index rentability a vnitřní výnosové procento. Všechna tato kritéria eliminují jeden z nedostatků doby návratnosti a tím je časová hodnota peněz.

Čistá současná hodnota

Ukazatel představuje rozdíl současné hodnoty všech budoucích příjmů projektu a současné hodnoty všech výdajů projektu. Je v něm zahrnuta celá doba životnosti projektu, období výstavby i období provozu (Fotr, 2000).

$$\check{C}SH = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t}, \quad (6)$$

CF_t...peněžní toky v jednotlivých letech

n...doba životnosti projektu

r...diskontní úroková míra

Index rentability

Ukazatel vyjadřuje velikost současné hodnoty budoucích příjmů projektu. Lze jej také definovat jako poměr přínosů k počátečním kapitálovým vkladům (Fotr, 2000).

$$IR = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t}}{I}, \quad (7)$$

I...počáteční kapitálový výdaj
CF_t...peněžní toky v jednotlivých letech
n...doba životnosti projektu
r...diskontní úroková míra

Na rozdíl od čisté současné hodnoty je index rentability relativní povahy. Projekt může být přijatý k realizaci, pokud je výsledná hodnota větší než 1. Čím více index rentability přesahuje číslo 1, tím je projekt ekonomicky výhodnější.

Vnitřní výnosové procento

Vnitřní výnosové procento udává relativní výnos, který projekt během svého životního cyklu poskytuje. Číselně je rovno takové diskontní sazbě, při které je čistá současná hodnota rovna nule (Fotr, 2000).

$$0 = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+VVP)^t}, \quad (8)$$

VVP...vnitřní výnosové procento
CF_t...peněžní toky v jednotlivých letech
n...doba životnosti projektu

Daný projekt je přijatelný, pokud je jeho vnitřní výnosové procento vyšší než diskontní sazba. Výhodou tohoto ukazatele je to, že pro jeho stanovení a využití není třeba znát přesně diskontní sazbu. Nejzávažnějším nedostatkem je fakt, že vnitřní výnosové procento může nabývat více hodnot.

2.10 Analýza a řízení rizik

Řízení rizik je strategickým řízením, jež má v dostatečném předstihu zajistit schopnost podniku reagovat na budoucí možné situace. Dalším náročným úkolem managementu rizika je omezit možné nepříznivé důsledky rizikových situací na činnost podniku a na jeho existenci (Fotr, 2005). Rizika lze rozdělit do dvou skupin, na rizika s předvídatelnými a ovlivnitelnými příčinami a na rizika s neovlivnitelnými příčinami (Smejkal, 2013). Do skupiny příčin, která můžeme předvídat, patří nižší kvalifikace a zkušenosti projektantů, krátké termíny nebo nízké finance. Mezi neovlivnitelné příčiny patří např. změna klimatických podmínek, makroekonomické situace, technologický pokrok či dostupnost

zdrojů. Ovlivnitelnost toho kterého kritéria je mimo jiné dána tím, zda podnik je vystaven internímu nebo externímu riziku.

Interní rizika

Interní rizika jsou ta, která se projevují uvnitř organizace a která je podnik schopen do určité míry řídit a ovlivňovat. Jedná se zejména o (Smejkal, 2013):

- velikost organizace
- finanční sílu organizace
- zaměstnance
- výrobky a výrobní procesy

Externí rizika

Externí rizika jsou takové faktory prostředí, ve kterém organizace musí fungovat a které jsou mimo kontrolu a řízení podniku. Mezi externí rizika především patří (Smejkal, 2013):

- úrokové míry
- obchodní podmínky
- daně
- změny u konkurence
- požadavky zákazníků
- ochrana životního prostředí

Je zřejmé, že větší rizika přinášejí projekty rozsáhlé a komplexní. Řízení rizik se skládá ze čtyř navzájem provázaných činností, jejichž cílem je řídit potenciální rizika, omezit pravděpodobnost výskytu a snížit jejich dopad. Patří sem (Fotr, 2005):

- Identifikace rizik (vymezení největších zdrojů rizika v projektu, především v oblasti organizační, procesní, technologické, implementační, informační; popis možných následků)
- Zhodnocení rizik (odhad pravděpodobnosti realizace rizik na základě historických dat nebo ze simulačních modelů; ohodnocení rizik na základě jejich následků a pravděpodobnosti jejich realizace)
- Zvládnutí rizik (návrh opatření na snížení, zmírnění či eliminaci)
- Monitoring rizik

K identifikaci rizika spojeného s projektem se používá řada různých technik, jako je např. analýza citlivosti. Analýza citlivosti je metoda zjišťování reakce výsledných ukazatelů hospodářského výsledku (resp. peněžního příjmu) na změny jednotlivých vstupních veličin, jako jsou objem produkce, ceny vstupních materiálů a energií, ceny produktů, investiční náklady, úrokové sazby atp. Pokud odchylka od zadané hodnoty způsobí významnou změnu výsledných ukazatelů, je projekt na tento faktor citlivý. Pokud se odchylka vstupu projeví na hodnotě výstupu jen málo, jde o faktor nevýznamný a není potřeba se jím dále zabývat. Faktory s významnými odchylkami jsou dále předmětem rozborů a zpřesňování jejich hodnot (Fotr, 2000).

Z hlediska studie proveditelnosti je cílem managementu rizika zvýšit šanci projektu na úspěch. Důležité je eliminovat ta rizika, která úspěch projektu ohrožují a mohou tak vést k finanční nestabilitě podniku. Analýza rizik by neměla být brána pouze jako další oddíl studie proveditelnosti. Měla by zohledňovat rizika ve všech částech této studie, od začátku příprav projektu až do konečného rozhodnutí o jeho přijetí či zamítnutí. Identifikace rizikových faktorů je náročná a většinou se odehrává na základě znalosti, zkušenosti a intuice pracovníků, kteří se na projektu podílejí. Velký význam mají zkušenosti pracovníků s jinými projekty realizovanými v minulosti. U dlouhodobých investičních projektů, které jsou finančně náročné, je riziková oblast zvláště důležitá.

3 Praktická část - Studie proveditelnosti vědeckého projektu

3.1 Základní identifikační údaje

Název projektu	Pokročilé hybridní nanostruktury pro aplikaci v obnovitelných zdrojích energie
Zkrácený název projektu	RE:NANO
Základní výstupy projektu	vznik nového výzkumného týmu, modernizace infrastruktury
Žadatel	Univerzita Palackého v Olomouci
Statutární zástupce žadatele	prof. Mgr. Jaroslav Miller, M.A., Ph.D.
Kontaktní osoba projektu	In. Štěpán Kment, Ph.D.
Kontaktní údaje žadatele	Křížkovského 8, 771 47 Olomouc
Dotčené součásti žadatele	Přírodovědecká fakulta, Regionální centrum pokročilých technologií a materiálů
Kontaktní údaje a zástupci dotčených součástí	Šlechtitelů 27, 78371 Olomouc, Česká republika. Prof. RNDr. Ivo Frébort, CSc.PhD. – děkan PřF Prof. RNDr. Radek Zbořil, Ph.D. – Generální ředitel RCPTM E-mail: radek.zboril@upol.cz, Tel: +420775733378
Celkové způsobilé výdaje	165 310 181,00 Kč
Z toho investiční výdaje	15 190 641 Kč
Z toho neinvestiční výdaje	150 119 540 Kč
Celkové nezpůsobilé výdaje	0 Kč
Celkové náklady projektu	165 310 181,00 Kč

3.2 Stručný popis projektu

Cílem tohoto grantového návrhu s názvem Pokročilé hybridní nanostruktury pro aplikaci v obnovitelných zdrojích energie je vybudovat unikátní, excelentní a udržitelný vědecko-výzkumný tým, výzkumnou infrastrukturu a výzkumnou síť, která by propojila prestižní vědecké týmy po celém světě (Cornell University, iNANO-Aarhus Universitet, École polytechnique fédérale de Lausanne, Université de Nantes and Center for Superfunctional Materials of Ulsan National Institute of Science and Technology). Tento tým vznikne v Regionálním centru pokročilých technologií a materiálů (RCPTM) při Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého v Olomouci a bude řízen prof. Patrikem Schmukim (H-index 80, laureát ERC grantu), který je významným a světově uznávaným vědcem v oblasti materiálové chemie, elektrochemie, fotoelektrochemie a obnovitelné energie. Projekt bude vycházet z dlouhodobých excelentních vědeckých výsledků a spolupráci s RCPTM v oblastech nanotechnologií a materiálové chemie. Výzkumný projekt je zaměřen na vývoj pokročilých hybridních nanostrukturních fotoelektrod pro fotoelektrochemické nosiče štěpení vody, které povedou ke zcela novým vědeckým výsledkům a aplikacím. Cíl projektu bude splněn propojením znalostí prof. Schmukiho v oblasti fotoelektrochemie a zkušeností RCPTM na poli hybridních nanostruktur a zapojením prvotřídního vybavení pro nanomateriálový výzkum.

3.3 Profil Centra

3.3.1 Žadatel projektu, partneři projektu

3.3.1.1 Základní profil žadatele projektu

Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Regionální centrum pokročilých technologií a materiálů (UPOL, www.upol.cz, <http://www.rcptm.com>). Univerzita Palackého v Olomouci je druhou nejstarší Univerzitou v České republice (byla založena 1573) a studuje zde více než 25 000 studentů. Má nejvyšší normalizovaný vědecký výkon (vzhledem k počtu vědeckých pracovníků) a nejvyšší průměrný impaktní faktor (IF) v počtu publikací ze všech vědeckých institucí v České republice – podle agentury Thomson Reuters. Podle Metodiky rady pro výzkum, vývoj a inovace se v roce 2014 umístila Univerzita Palackého v Olomouci na 4. místě (<http://www.isvav.cz/h14/listResearchOrganisations.do>) mezi všemi fakultami a vědeckými institucemi v České republice. V rámci programu Výzkum a vývoj pro inovace byla na fakultě založena dvě výzkumná centra: Centrum regionu Haná pro biotechnologický a zemědělský výzkum a **Regionální centrum pokročilých technologií a materiálů (RCPTM, www.rcptm.com)**.

RCPTM bylo založeno v roce 2010 a vychází z fungování pěti kateder Přírodovědecké fakulty s cílem koncentrovat nejlepší vědecký potenciál v oblasti nanotechnologií, chemie a fotoniky a přilákat nové excelentní vědce z domova i ze světa. Hlavním cílem RCPTM je excelentní výzkum a transfer vyspělých produktů a technologií do různých oblastí každodenního života (zdravotnictví, průmysl, životní prostředí) se zvýšeným důrazem na zapojení Centra do mezinárodních sítí a kolaborací. Vědecký tým RCPTM tvoří odborníci z celého světa (v současné době je zde cca 120 vědců, 25% z nich je z 15ti různých zemí; průměrný věk vědců je 33 let). Centrum ročně publikuje více než 300 publikací v odborných časopisech s impaktním faktorem (v roce 2015 40% časopisů s IF>5). Mezinárodně uznávanou kvalitou Centra dokumentuje i řada špičkových vědců na pozici „hostující vědec“ (<http://www.rcptm.com/visiting-scientists/>). Nejcitovanější český vědec prof. Hobza, průkopník sonochemie prof. Gedanken (Bar-Illan University, Izrael) nebo světově uznávaný environmentální chemik prof. Varma (US EPA) představují pouze několik příkladů vědeckých kapacit zapojených do činností Centra. RCPTM je úspěšné v získávání národních i mezinárodních grantů, včetně projektů ERC a FP7, které do rozpočtu Centra přinesly více než 27 milionů EUR. Centrum přispívá do velkých prestižních vědeckých kolaborací v oboru částicové fyziky. Centrum se taktéž aktivně zapojuje do vzdělávacích aktivit univerzity na všech úrovních studia. Je garantem několika magisterských i doktorských studijních programů a vědci z výzkumného týmu RCPTM patří k jejich školitelům. Studenti jsou již na bakalářské úrovni zapojováni do výzkumných týmů Centra a nejlepší absolventi se pak stávají zaměstnanci Centra na pozici „junior researcher“.

3.3.2 Charakteristika činnosti

3.3.2.1 Oblasti výzkumu a vývoje v centru

Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta a její Regionální centrum pokročilých technologií a materiálů (dále je Centrum, PŘF UPOL – RCPTM) shromáždilo špičkové vědecké pracovníky v oblasti chemického, nanomateriálového a optického výzkumu, kteří působili na pěti katedrách Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého. Centrum navázalo na základní i orientovaný výzkum, který v těchto oblastech dlouhodobě a úspěšně probíhal na Univerzitě Palackého. Centrum, kde bude projekt řešen, je součástí mnoha velkých národních i mezinárodních vědeckých kolaborací a prestižních zahraničních grantů jako například projekt Evropské výzkumné rady - ERC-CoG-683024-2D-CHEM v rámci schématu H2020, nebo granty schématu FP7 (např. NANOREM FP7-NMP-309517), Centra kompetence Technologické agentury České republiky (Ekologicky šetrné nanotechnologie a biotechnologie pro čištění vod a půd - TE01020218 - NANOBIOWAT, www.nanobiowat.com), Centra excelence (např. Řízení struktury a funkce biomolekul na molekulové úrovni: souhra teorie a experimentu P208/12/G016) Grantové agentury České republiky. Centrum je také zapojeno do prestižních mezinárodních tak i národních kolaborací typu Pierre Auger Observatory, CERN-ATLAS nebo CTA – Cherenkov Telescope Array, které jsou součástí cestovní mapy ESFRI ([link](#)), nebo NanoEnviCZ, Czech-Bioimaging, Eatris-CZ a ELIXIR CZ, které se nalézají na Cestovní mapě ČR velkých infrastruktur. V posledních 7 letech zaměstnanci Přírodovědecké fakulty pracující v RCPTM úspěšně podali 60 mezinárodních a národních projektů. Centrum dlouhodobě spolupracuje a publikuje své vědecké výsledky ve spolupráci s více než 40 zahraničními pracovišti (např. Cornell University, USA; University of Tokyo, Japonsko; Friedrich Alexander Universität Erlangen, Německo; University of Padua, Itálie; Bar-Illan University, Izrael; University of Melbourne, Austrálie; École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Švýcarsko; Florida Institute of Technology, USA; Pohang University, Jižní Korea, atd.). Taktéž výzkumný tým Centra byl významně rozšířen o špičkové vědce v oblasti nanomateriálového a chemického výzkumu (např. prof. Gedanken, cca 650 publikací, cca 20 tis. citací, držitel Ceny prezidenta Izraele za vědecké úspěchy a koordinaci evropských projektů; prof. Pumera, cca 450 publikací, cca 11 tis. citací, držitel ERC-STG grantu; prof. Rogach, cca. 350 publikací, cca 21 000 citací a mnoho dalších zahraničních vědců; všichni tyto významní vědci jsou/byli zaměstnanci Centra (<http://www.rcptm.com/visiting-scientists/>).

Mezinárodní i národní grantové úspěchy jsou dány především vysokou kvalitou základního výzkumu, která se odráží jak v kvantitativním kritériu publikačního výkonu (cca. 300 impaktovaných publikací za rok s průměrným IF 4,0), tak v kvalitě publikací (např. Science – IF₂₀₁₄ = 33.6, Chemical Reviews – IF₂₀₁₄ = 46.6, Chemical Society Reviews - IF₂₀₁₄ = 33.4, Accounts of Chemical Research – IF₂₀₁₄ = 22.4, Advanced Materials – IF₂₀₁₄ = 17.5, ACS Nano – IF₂₀₁₄ = 12.9, Advanced Functional Materials – IF₂₀₁₄ = 11.8, Angewandte Chemie – IF₂₀₁₄ = 11.3, Journal of the American Chemical Society – IF₂₀₁₄ = 12.1, Biomaterials – IF₂₀₁₄ = 8.6, Chemistry of Materials – IF₂₀₁₄ = 8.4, Physical Review Letters – IF₂₀₁₄ = 7.5). V současné době tvoří publikační výkon Centra asi jednu třetinu celkového vědeckého výkonu Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého.

Centrum zároveň postupně zvyšuje svoji schopnost převádět špičkové vědecké znalosti do praxe ve spolupráci s partnery z komerční i veřejné aplikační sféry (objem spolupráce dosáhl v roce 2015 přibližně 15 mil. Kč). Mezi partnery z komerční sféry je i několik významných subjektů ze zahraničí jako například Procter & Gamble (USA), Industrie Elektronik (Slovensko), Waters GmbH (Německo), Ingenia s.r.l. (Itálie). Špičkové technologie vyvíjené v Centru jsou nakupovány předními akademickými organizacemi z celého světa. Mezi tyto techniky patří mössbauerovské spektrometry nebo celooblohové autonomní kamery pro monitorování oblačnosti a světelného pozadí noční oblohy, které byly instalovány ve více než 20 zemích. RCPTM pravidelně spolupracuje i s veřejným sektorem aplikační sféry na regionální (Město Olomouc a Olomoucký kraj), národní (společnost podporující podnikání a obchod – Czech Trade, CzechInvest, nemocnice, ústavy České akademie věd) a na mezinárodní úrovni (agentury EPA a NASA v USA).

Centrum se také významně podílí na výchově nové vědecké generace. Jeho pracovníci jsou garanty různých studijních programů na Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého v Olomouci na všech úrovních univerzitního vzdělávání (bakalářské, magisterské a doktorské studijní programy). Významná část vědeckých pracovníků Centra působí jako školitelé kvalifikačních prací. Do konce roku 2015 ukončilo svá studia pod vedením školitelů z RCPTM více než 150 studentů magisterských

studijních programů a 25 studentů doktorských studijních programů. Nejlepší studenti doktorských programů jsou postupně začleňováni do struktury Centra pod vedením zkušených zahraničních i domácích pracovníků.

K dosažení těchto cílů vybudovalo RCPTM širokou a moderní výzkumnou infrastrukturu. Přístrojový park Centra obsahuje téměř všechny moderní techniky pro analýzu materiálů, povrchů a vrstev a to od mikroskopických technik (včetně CryoHRTEM), technik pro analýzu ve vnějších magnetických polích (včetně PPMS), přes techniky RTG pro strukturální a fázovou analýzu, spektroskopické, chromatografické a analytické techniky, optickou laboratoř, až po techniky pro analýzu velikostních a povrchových vlastností materiálů a vybavení pro výpočetní chemii. Ty jsou pak vhodně doplněny vybranými chemickými a fyzikálními syntetickými technikami.

Nově vytvořená Fotoelektrochemická skupina, která by vznikla dle navrhovaného projektu, by byla plně komplementární k současným aktivitám Centra. Vybudování skupiny by povýšilo na novou úroveň již započaté aktivity na rozhraní existujících skupin a podpořilo by unikátní prvky RCPTM.

Vědecké aktivity RCPTM spadají do různých oblastí chemického, nanomateriálového a optického výzkumu a jsou rozděleny do 7 výzkumných programů; níže je stručně popsáno výzkumné zaměření jednotlivých výzkumných programů.

(1) MAGNETICKÉ NANOSTRUKTURY

Pracovníci tohoto výzkumného programu se zaměřují především na přípravu, charakterizaci a aplikaci magnetických nanočástic, konkrétně na nanomateriály na bázi železa a oxidů železa a na magnety na bázi uhlíku. Připravené materiály byly úspěšně aplikovány v oblasti magneticky separovatelných katalyzátorů, biomedicíny (např. zobrazování pomocí nukleární magnetické resonance, označování kmenových buněk, cílený transport léčiv apod.) a v environmentálních aplikacích (sorbenty, čištění vod).

(2) UHLÍKOVÉ NANOSTRUKTURY, BIOMOLEKULY A SIMULACE

Pracovníci v tomto výzkumném programu se dlouhodobě zaměřují na přípravu, studium vlastností a aplikace funkcionalizovaných nanomateriálů na bázi uhlíku (grafen a jeho deriváty, nanodiamanty, nanotrubičky, amorfni uhlík, uhlíkové kvantové tečky). Mezi klíčové aplikace těchto nanomateriálů patří biosenzory, elektrochemie, čištění vod, biomedicína, magnetický uhlík a elektronické aplikace.

(3) BIOLOGICKY AKTIVNÍ KOMPLEXY A MOLEKULÁRNÍ MAGNETY

Pracovníci tohoto výzkumného programu se dlouhodobě zaměřují na racionální návrhy, syntézu a detailní fyzikálně-chemickou charakterizaci koordinačních sloučenin vybraných přechodných kovů vykazující biologickou aktivitu nebo neobvyklé magnetické vlastnosti (komplexy s přechodem spinu (spin-cross-over), molekulární magnety). V oblasti biologicky aktivních sloučenin se členové skupiny zaměřují zejména na studium komplexů platiny, mědi a železa a jejich in vitro a in vivo protinádorovou aktivitu včetně mechanismů působení na buněčné a molekulární úrovni.

(4) OPTICKÉ A FOTONICKÉ TECHNOLOGIE

Pracovníci tohoto výzkumného programu se zaměřují na studium aktuálních problémů v oblastech kvantové statistiky nelineárních optických procesů, kvantové zpracování informace a návrhy a charakterizace nových fotonických struktur, vrstev a optických zařízení, které nachází své uplatnění ve velkých vědeckých kolaboracích. Podstatná část činnosti skupiny je zaměřena na vývoj nových technologií a systémů aplikovatelných pro přímé solární štěpení vody.

(5) NANOMATERIÁLY V BIOMEDICÍNĚ

Výzkum této skupiny se zaměřuje na dvě oblasti, které se navzájem překrývají: syntézu nových nanomateriálů a jejich následné aplikace v biologických a medicínských oborech. Syntetická část skupiny má letité zkušenosti v návrzích a syntéze nanomateriálů na bázi kovů (železo, stříbro, zlato, platina) a jejich příslušných oxidů. Mezi výsledné typy nanomateriálů patří nanokompozity, nanoslitény stejně jako core-shell nanostruktury. Díky naší infrastruktuře je možné charakterizovat nanomateriály pomocí mikroskopických technik stejně jako studovat interakce vybraných nanomateriálů a biologických druhů s živými systémy na buněčné úrovni a na zvířecích modelech. Aplikační část skupiny se specializuje na vývoj rozmanitých analytických postupů aplikovatelných v medicínské diagnostice, environmentální chemii a toxikologii nebo designu nových kontrastních látek pro aplikaci v MRI a fluorescenčních štítcích.

(6) NANOTECHNOLOGIE V ANALYTICKÉ CHEMII

Výzkumný program je zaměřen na výzkum základních postupů fyzikálně chemických měření, analytických vlastností látek a jejich vlivů vhodným výběrem podmínek experimentu a vývoj nových analytických postupů. Mezi řešené výzkumné otázky patří interakce opticky aktivních molekul s chirálními selektory, on-line prekoncentrační techniky v kapilární elektroforéze, nová řešení desorpce/ionizace látek pro hmotnostní spektrometrii, procesy ionizace a fragmentace v experimentech v hmotnostní spektrometrii, elektrochemické chování biologicky a průmyslově významných látek (léčiv, pesticidů, antioxidantů), vývoj nových zařízení na bázi fluorescenčních nanomateriálů, elektrochemických senzorů a biosenzorů.

(7) ENVIRONMENTÁLNÍ NANOTECHNOLOGIE

Hlavní důraz „Environmentálních nanoskupin“ v RCPTM je kladen na design a vývoj pokročilých nanomateriálů a technologií pro aplikace v environmentální chemii včetně udržitelných aplikací v katalýze. V současné době skupina pracuje na třech hlavních tématech: 1) Materiály hojně se vyskytující na Zemi pro environmentální aplikace, 2) benigní katalytické aplikace a 3) foto- a elektrokatalytické aplikace. První oblast zahrnuje vývoj druhů na bázi železa (konkrétně nulamocné železo, oxidy železa ve vysokých valenčních stavech – železany atd.) pro environmentální aplikace včetně čištění vod. Druhá oblast se zaměřuje na katalytické aplikace kovů, oxidů kovů, nanomateriálů na bázi uhlíku pro významné organické transformace. Skupina se také aktivně věnuje vývoji nových materiálů pro aplikaci ve foto- a elektrokatalytických aplikacích.

3.3.2.2 Vzdělávací aktivity

Přírodovědecká fakulta a RCPTM se aktivně podílí na výuce několika fyzikálních a chemických oborů na všech úrovních univerzitního vzdělávání. Témata závěrečných prací nabízená studentům jsou úzce spjata se současnou vědou a studenti jsou tak přirozeně vychováni jako budoucí členové vědeckých týmů. Většina témat je experimentální povahy a nabízí studentům možnost dokonale porozumět laboratorním technikám a přístrojům. Magisterští a doktorští studenti jsou často zaměstnáni na částečný úvazek na výzkumných projektech už během svých studií. Velká pozornost je v RCPTM věnována internacionalizaci studia. Centrum aktivně podporuje zahraniční stáže studentů na partnerských institucích. Jednou z podmínek úspěšného zakončení studia Ph.D. je alespoň tříměsíční zahraniční stáž. Zároveň jsou podporovány krátkodobé i dlouhodobé pobyty zahraničních expertů v RCPTM a studenti tak mají možnost získávat zahraniční zkušenosti při seminářích mimo pravidelnou výuku. Během monitorovaného období (7 let) ukončilo svá studia 150 studentů magisterských a 25 studentů doktorských studijních programů (započítáni jsou pouze studenti, jejichž školiteli byli zaměstnanci Centra, kde bude projekt řešen). V současné době je v Centru 70 aktivních Ph.D. studentů (z toho 6 ze zahraničí). Studijní programy garantované Přírodovědeckou fakultou a osobně vedené zaměstnanci RCPTM: fyzikální chemie (bakalářské, magisterské, Ph.D.); anorganická chemie (bakalářské, magisterské, Ph.D.); analytická chemie (bakalářské, magisterské, Ph.D.); aplikovaná fyzika (bakalářské, magisterské, Ph.D.); optika a optoelektronika (Ph.D.); přístrojová fyzika (bakalářské); počítačová fyzika (bakalářské).

3.3.2.3 Ostatní aktivity

Spolupráce s průmyslovými partnery není podporována pouze grantovými projekty, ale je také součástí smluvního výzkumu. Zaměstnanci Centra spolupracují s více než 80 mezinárodními a národními komerčními partnery. Nejvýznamnější partneři/projekty jsou:

1. Procter & Gamble (USA) – simulace penetrace látek vrchními vrstvami kůže;
2. nanoComposix (USA) – vývoj nanomateriálů;
3. Industrie Elektronik (Slovensko) – vývoj a dodávání boroskopů pro monitorování teploty plamene;
4. Mubea (Česká republika) – vývoj a implementace optoelektronických systémů pro řízení výroby v automobilovém průmyslu;
5. Waters GmbH (Německo) – spolupráce v oblasti vývoje metod pro analýzu pitné a užitkové vody;
6. Ingenia srl (Itálie) – výzkum a vývoj nových technologií pro moderní a ekologické vytápění budov;
7. TEVA a.s. (Česká republika) – optimalizace krystalizačních procesů API látek;
8. Precheza a.s. (Česká republika) – optimalizace povrchových vlastností TiO₂ pigmentů;

9. Mega a.s. (Česká republika) – spolupráce v oblasti vývoje moderních ekologických nanotechnologií pro čištění vod a půd;
10. Dekonta a.s. (Česká republika) – spolupráce v oblasti vývoje moderních ekologických nanotechnologií pro čištění vod a půd;
11. Poličské strojírny (Česká republika) – výzkum a vývoj v oblasti optimalizace výrobního procesu vápna.

3.3.2.4 *Specifika a unikátní rysy odlišující RCPTM od jiných center v ČR*

Několik specifických a unikátních vlastností, které odlišují RCPTM od ostatních podobných center v České republice a Evropě:

1) RCPTM má největší vědecký výkon ze všech 48 center vybudovaných v rámci VaVpI programu měřeno publikačním a citačním výstupem v poměru k počtu výzkumníků. Jen v roce 2015 se Centrum podílelo na více než 300 publikacích v impaktovaných časopisech (v cca 100-členném týmu), téměř 40% z nich bylo publikováno v odborných časopisech s impaktním faktorem větším než 5. Formální H-index Centra by za poslední čtyři roky dosáhl hodnoty 50. S nově vytvořenou Fotoelektrochemickou skupinou se očekává další nárůst výkonu.

2) RCPTM je jedním z Center s nejvyšší mírou internacionalizace v České republice; pracují zde vědci z 15 zemí. Vysoká míra internacionalizace se promítá i do velké míry spolupráce s vysoce výkonnými výzkumnými pracovníky/institucemi v oblasti materiálového a nanotechnologického výzkumu např. A. Rogach, E.P. Giannelis, K.S. Kim, A. Gedanken, R. Varma, P. Schmuki. Vytvoření nové Fotoelektrochemické skupiny přinese další posílení internacionalizace a vytvoření nových možností spolupráce mezi špičkovými institucemi v oboru.

3) V Centru je zaměstnáno několik významných osobností české vědy: Prof. P. Hobza (H-index 92, laureát ceny Česká hlava, na seznamu ISI highly cited, nejcitovanější český vědec v roce 2015: více než 2500 citací/ rok), Prof. R. Zbořil (H-index 39, Cena ministra školství, v roce 2015 druhý nejcitovanější český vědec: více než 2100 citací/rok); prof. M. Otyepka (H-index 33, držitel ERC grantu, v roce 2015 v TOP 5 nejcitovanějších českých vědců: více než 1200 citací/rok). Nově vytvořená Fotoelektrochemická skupina vytvoří podmínky pro růst dalších špičkových osobností.

4) Centrum má k dispozici zcela unikátní infrastrukturu, která nabízí nejucelenější přístrojový park pro materiálový a nanotechnologický výzkum v ČR. Unikátní jsou např. komplexní mikroskopická laboratoř (nejvýkonnější HRTEM v ČR následovaný UHV STM, AFM/Raman, elektrochemickým mikroskopem, MFM, SEM atd.) nebo laboratoř pro analýzy ve vnějších magnetických polích (PPMS, SQUID, Mössbauerův spektrometr ve vnějším magnetickém poli, EPR, NMR). Nově vytvořená Fotoelektrochemická skupina bude využívat toto unikátní prostředí, které bude v rámci projektu dále doplněno tak, aby byla skupina plně konkurenceschopná na mezinárodní úrovni.

5) V oblastech relevantních k plnění cílů projektu zaujímá RCPTM privilegovanou pozici nejen v ČR a taktéž si vytvořilo síť špičkových spolupracovníků. Toto je dobře doloženo kvalitou publikačních a citačních výstupů, ale také počtem zvaných review v nejprestižnějších odborných časopisech. V oblasti grafenu a uhlíkových kvantových teček se jedná například o: Georgakilas et al., CHEMICAL REVIEWS, vol. 112, iss. 11, pp. 6156-6214, 2012 a CHEMICAL REVIEWS, vol. 115, iss. 11, pp. 4744-4822, 2015., Hola et al., NANO TODAY, vol. 9, iss. 5, pp. 590-603, 2014; v oblasti katalýzy: Gawande et al., CHEM. SOC. REV., vol. 44, iss. 21, pp. 7540-7590, 2015 and Gawande et al. CHEMICAL REVIEWS, přijato k publikaci, 2015). Nově vytvořená Fotoelektrochemická skupina si klade za cíl zaujmout podobně unikátní pozici v oblasti fotoelektrochemie a následovat propojení vytvořená se dvěma v současnosti nejvýznamnějšími evropskými ústavu v oboru: EPFL Lausanne (e.g., Sivula et al. JOURNAL OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY, vol. 132, iss. 21, pp. 7436-7444, 2010) a Univerzitou v Erlangenu (např. Kment et al. ACS NANO, vol. 9, iss. 7, pp. 7113-7123, 2015).

3.3.3 Historie

3.3.3.1 Vznik centra a jeho rozvoj v uplynulých 7 letech

Přírodovědecká fakulta má v evropském kontextu dlouhou a bohatou historii. V posledních sedmi letech je více než patrný dynamický růst v kvalitě a objemu výzkumných aktivit. V roce 2011 se Přírodovědecká fakulta umístila mezi TOP5 výzkumných institucí v České republice. Prestižní hodnocení v národním kontextu (dle žebříčku Hospodářských novin) zařadilo Přírodovědeckou fakultu na první místo v oblasti chemie. Podle oficiálního hodnocení Českého ekonomického institutu se stala Přírodovědecká fakulta nejefektivnějším a nejsilnějším vědeckým pracovištěm v České republice. Na začátku roku 2009 získala Přírodovědecká fakulta podporu z Evropských operačních programů – Evropského regionálního rozvojového fondu, díky které byla vybudována dvě význačná výzkumná centra s potenciálem excelence ve výzkumných aktivitách. Těmito centry jsou Regionální centrum pokročilých technologií a materiálů (RCPTM) a Centrum regionu Haná pro biotechnologický a zemědělský výzkum. RCPTM se opírá o mezinárodní výzkumný tým, který se podílel na řešení mnoha předcházejících projektů na úrovni výše jmenovaných výzkumných záměrů a výzkumných center.

Od roku 2010 se výzkumný tým RCPTM postupně rozšiřoval a dále internacionalizoval díky podpoře Operačního programu výzkum a vývoj pro inovace (OP VaVpI). Tato podpora dosáhla celkové částky 500 milionů Kč, z níž bylo 400 milionů investováno do unikátních technologií a nové budovy Centra. Zbývající část finančních prostředků byla vložena do podpory mladých výzkumných pracovníků a internacionalizace. V dnešní době je tým RCPTM tvořen více než 100 vědeckými pracovníky, z nichž 25% tvoří zahraniční odborníci. Centrum je dlouhodobě úspěšné v získávání národních i mezinárodních grantů. Během šestileté existence podali zaměstnanci Centra úspěšně 60 projektů, s celkovou podporou ve výši 620 milionů Kč. V současné době je Centrum plně udržitelné, pokrývá široké spektrum výzkumných aktivit a přináší vědeckému světu skvělé vědecké výsledky. Dokladem excelence je i úspěšné získání grantů z programu FP7 a H2020, především pak grantu ERC-CoG. Nově plánovaná Fotoelektrochemická skupina přirozeně naváže na historický vývoj Centra a bude vést k dalšímu posílení excelence Centra.

3.3.4 Výsledky výzkumu a vývoje

3.3.4.1 5 nejlepších výsledků VaV centra ve výzkumu a vývoji v posledních 7 letech, relevantních výzkumným záměrům projektu

Níže jsou prezentovány vědecké publikace z poslední doby relevantní pro cíle projektu, které demonstrují zkušenosti autorů RCPTM v příslušných oblastech:

1. S. Kment, P. Schmuki, Z. Hubicka, L. Machala, R. Kirchgeorg, N. Liu, L. Wang, K. Lee, J. Olejnicek, M. Cada, I. Gregora, and R. Zboril, "Photoanodes with Fully Controllable Texture: The Enhanced Water Splitting Efficiency of Thin Hematite Films Exhibiting Solely (110) Crystal Orientation," ACS NANO, vol. 9, iss. 7, pp. 7113-7123, 2015. **IF = 12.1.**

Komentář/relevantnost: Společná publikace s klíčovým zahraničním expertem prof. Patrikem Schmukim. První a korespondující autor z RCPTM. Článek představuje první zmínku o řízení hematitové textury pomocí energie plazmy. Toto řízení tenkovrstvé textury vyústilo v radikální zvýšení účinnosti fotoanody na bázi hematitu pro udržitelnou produkci vodíku pomocí fotoelektrochemického štěpení vody. Přístupy použité v této publikaci budou v rámci projektu využity pro další zdokonalení fotoanod.

2. M. B. Gawande, A. Goswami, T. Asefa, H. Guo, A. V. Biradar, D. Peng, R. Zboril, R. S. Varma: "Core-shell nanoparticles: synthesis and applications in catalysis and electrocatalysis" CHEM. SOC. REV., vol. 44, iss. 21, pp. 7540-7590, 2015. **IF = 33.383.**

Komentář/relevantnost: Korespondující a první autor z RCPTM. Publikace představuje systematické shrnutí core-shell nanočástic, jejich syntézu a aplikace v katalýze a elektrokatalýze. V projektu se plánuje použití core-shell nanočástic jako ko-katalyzátorů zlepšujících účinnost fotoanod pro fotoelektrochemické štěpení vody.

3. S. Kment, Z. Hubicka, J. Krysa, D. Sekora, M. Zlamal, J. Olejnicek, M. Cada, P. Ksirova, Z. Remes, P. Schmuki, E. Schubert and R. Zboril: "On the improvement of PEC activity of hematite thin

films deposited by high-power pulsed magnetron sputtering method", APPLIED CATALYSIS B: ENVIRONMENTAL, vol. 165, pp. 344-350, 2015. **IF = 7.435.**

Komentář/relevantnost: Společná publikace s klíčovým zahraničním expertem prof. Patrikem Schmukim a první autor z RCPTM. Publikace pojednává o vysoce účinných krystalických tenkých vrstvách α -Fe₂O₃ (hematit) za použití nového způsobu magnetronového naprašování pomocí vysoce výkonných impulsů (HiPIMS) a systému vysokovýkonové plazmatické trysky s dutou katodou. Tyto syntetické postupy budou v projektu použity pro přípravu pokročilých PEC systémů.

4. A.B. Bourlinos, R. Zboril*, J. Petr, A. Bakandritsos, M. Krysmann, and E. P. Giannelis, "Luminescent Surface Quaternized Carbon Dots," CHEMISTRY OF MATERIALS, vol. 24, iss. 1, pp. 6-8, 2012. **IF = 8.535.**

Komentář/relevantnost: Korespondující a první autor z RCPTM. Nová třída uhlíkových kvantových teček s kladným povrchovým nábojem. Publikace navazuje na průkopnické práce stejného týmu zabývající se syntézou a fotoluminescenčními vlastnostmi uhlíkových teček (Bourlinos et al. CHEMISTRY OF MATERIALS, vol. 20, iss. 14, pp. 4539-4541, 2008; ~280 citací; Bourlinos et al. SMALL, vol. 4, iss. 4, pp. 455-458, 2008; ~330 citací). Uhlíkové tečky budou tvořit významnou část výzkumu v navrhovaném projektu a budou zde použity jako ko-katalyzátor vylepšující PEC výkon vyvíjených fotoanod.

5. A. Panacek, R. Prucek, J. Hrbac, T. Nevecna, J. Steffkova, R. Zboril and L. Kvitek: "Polyacrylate-Assisted Size Control of Silver Nanoparticles and Their Catalytic Activity", CHEM. MATER., vol. 26, iss. 3, pp. 1332-1339, 2014. **IF = 8.535.**

Komentář/relevantnost: Korespondující a první autor z RCPTM; všichni autoři z Univerzity Palackého. Publikace popisuje citlivou kontrolu velikosti nanočástic stříbra a dopad velikosti částic na katalytickou aktivitu Nanočástice ušlechtilých kovů a core-shell nanočástice budou použity jako ko-senzibilizátory zdokonalující výkon PEC systémů v plánovaném projektu.

3.3.5 Organizační a řídicí struktura, lidské zdroje

3.3.5.1 *Instituce podílející se na nákladech a řízení RCPTM*

Regionální centrum pokročilých technologií a materiálů je zahrnuto ve struktuře Univerzity Palackého v Olomouci jako organizační jednotka Přírodovědecké fakulty a jeho pozice je definována ve Statutu Centra. Centrum má oddělené účetnictví, které je zajištěno zřízením odděleného analytického účtu využívaného pouze pro pracoviště Centra. Univerzita Palackého v Olomouci je vlastníkem hmotného majetku získaného během realizační fáze a během fungování Centra; tento hmotný majetek je zapsán na oddělené majetkové kartě Centra. Všichni zaměstnanci uzavírají své pracovní smlouvy s Univerzitou Palackého v Olomouci. Existuje přesně definovaný seznam nákladů na služby, které musí být odváděny centrálním jednotkám - Univerzitě Palackého a Přírodovědecké fakultě.

3.3.5.2 *Řízení a organizační členění RCPTM*

Strukturu Centra tvoří realizační tým a v současné době sedm výzkumných oddělení odpovídajících příslušným výzkumným programům Centra, jak jsou specifikovány v sekci 2.3.2.1. Činnosti Centra se řídí Statutem Centra, vnitřními předpisy Univerzity Palackého a obecně platnými právními předpisy.

Pro zajištění jednotného a plynulého řízení Centra byly zřízeny následující orgány Centra: Správní rada (nejvyšší orgán Centra s dozorčí funkcí), Generální ředitel, Vědecká rada a Vědecký ředitel. Statutární zástupci Univerzity Palackého v Olomouci jsou začleněni v orgánech Centra; z pozice svých funkcí a s nimi souvisejících kompetencí zajišťují propojení mezi činnostmi Centra a chodem a finanční strukturou Univerzity Palackého v Olomouci. Správní rada zasedá dvakrát ročně a schvaluje hlavní směřování činností Centra, zabývá se pravidelnými monitorovacími zprávami, navrhuje Generálnímu řediteli opatření pro dosahování cílů Centra a vyjadřuje souhlas s přijetím nebo odvoláním Generálního ředitele. Činnosti Centra jsou řízeny Generálním ředitelem, který je odpovědný Správní radě Centra. Vědecká rada Centra zasedá dvakrát ročně a je poradním orgánem Generálního ředitele, navrhuje hlavní směry výzkumných aktivit a vyjadřuje se k výsledkům dosaženým výzkumnými odděleními. Vědecký ředitel je podřízený Generálnímu řediteli a v jeho kompetenci je především koordinace vědecké práce jednotlivých oddělení, příprava pravidelných monitorovacích zpráv společně s projektovým manažerem, příprava podkladů pro nezávislé hodnocení

vědeckého výkonu, grantová politika a spolupráce se soukromým i veřejným sektorem v aplikační sféře. Realizační tým Centra zajišťuje řízení organizačně-ekonomických a vědecko-výzkumných činností Centra a tvoří jej, mimo Generálního a Vědeckého ředitele, Projektový manažer, Koordinátor zahraniční vědecké spolupráce, Koordinátor grantové politiky a propagace, Koordinátor transferu technologií a pracovníci právní a administrativní podpory.

Vedoucí výzkumných oddělení jsou odpovědní za činnost svých týmů. Každé výzkumné oddělení spravuje svůj rozpočet, který je přímo vázán na výkon oddělení v uplynulém období a na grantovou úspěšnost daného týmu. Vedoucí jsou nezávislí ve svém rozhodování o použití finančních zdrojů a v řízení lidských zdrojů včetně vyplácení mezd. Řízení sdílené výzkumné infrastruktury (budova a velké přístroje) je vykonáváno centrálně. Vedení Centra centrálně podporuje nové výzkumné směry a ohodnocuje významné úspěchy týmů i jedinců (dle Bonusového systému Centra).

Koordinace vědeckých, grantových, administrativních a dalších aktivit Centra je diskutována na pravidelných poradách realizačního týmu s vedoucími výzkumných oddělení (jedna porada měsíčně). Na těchto poradách jsou oznamovány především návrhy na zapojení do nových projektů, nové příležitosti pro smluvní spolupráci a zapojení do mezinárodních kolaborací. Zároveň jsou zde pravidelně hodnoceny jednotlivé výzkumné programy (Vědeckým ředitelem) a jsou přijímána opatření vedoucí k dosažení cílů Centra a opatření pro dlouhodobou udržitelnost na ekonomické i personální úrovni.

Vznik osmého výzkumného oddělení by v žádném případě nepředstavovalo vážný problém z pohledu organizační struktury a řízení Centra – všechny struktury jsou flexibilní a mohou být jednoduše přizpůsobeny.

3.3.5.3 *Lidské zdroje*

Vysoká kvalita výzkumných týmů Centra byla etablována v realizační fázi projektu; původně byly výzkumné týmy tvořeny výzkumnými pracovníky Univerzity Palackého, později byly významně rozšířeny novými pracovníky, kteří uspěli ve výběrových řízeních. Výběrová řízení na pozice „senior researcher“ a „junior researcher“ byla a jsou vyhlašována mezinárodně, což zaručuje výběr nejlepších výzkumných pracovníků v dané oblasti.

Řízení lidských zdrojů určuje Kariérní řád Centra, který definuje výzkumné pozice v Centru, pravidla pro výběrová řízení na tyto pozice, určuje kritéria pro roční hodnocení činností výzkumných pracovníků a shrnuje způsoby podpory kariérního růstu nabízeného v Centru. Dlouhodobým cílem personální politiky Centra je vytvoření a udržení vědeckého týmu s vyrovnanými kvalifikačními a věkovými aspekty (pracovníci na pozicích senior researcher, junior researcher a Ph.D. student) a podpora internacionalizace a genderové vyváženosti pomocí vhodných prostředků.

Zaměříme-li se na genderovou vyváženost pracovních pozic, procento žen zaměstnaných v Centru neustále roste. V současnosti je okolo 30% celkových pracovních pozic v Centru obsazeno ženami. Zároveň je v Centru podporována politika částečných pracovních úvazků pro ženy vracející se z mateřské dovolené. Ve spolupráci s vedením Univerzity Palackého podporuje Centrum aktivity typu univerzitní mateřská školka apod.

Pokud jde o podporu internacionalizace, byly do jednotlivých výzkumných skupin Centra získány významné osobnosti světové vědy, které se podílejí na určování vědeckého směřování Centra (např. prof. Aharon Gedanken - Bar-Illan University, Izrael; Prof. Martin Pumera – Nanyang Technological University, Singapur; Prof. Virender K. Sharma – Florida University of Technology, USA). Zároveň byli na nově vytvořené pozice přijati špičkoví mladí zahraniční vědci (např. Dr. Giorgio Zoppellaro – původně pracující na University of Oslo, Norsko; Dr. Jason Perman – původně pracující na University of South Florida, USA; Dr. Manoj B. Gawande – původně pracující na New University of Lisbon, Portugalsko; Dr. Patrick Trouillas – původně pracující na Université de Limoges, Francie; Dr. Karol Bartkiewicz – původně pracující na Uniwersytet Poznań, Polsko). Několik projektů Operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost (částečně financovaného Evropským sociálním fondem) bylo v minulosti použito k podpoře integrace zahraničních vědců a reintegrace navracejících se českých vědců. V současnosti je tato podpora vykonávána jak Univerzitou Palackého v Olomouci tak Centrem samotným. To napomáhá k udržení podílu 20% vědeckých pracovních pozic dlouhodobě obsazených zahraničními pracovníky.

3.3.6 Infrastrukturní a materiálně-technické vybavení

3.3.6.1 Výzkumná infrastruktura a klíčové přístrojové vybavení

Regionální centrum pokročilých technologií a materiálů v Olomouci je dnes jedním z nejlépe vybavených zařízení v Evropě i ve světě a to v oblasti výzkumu na poli materiálových věd, nanotechnologií, chemie a optiky. Výstavba špičkové výzkumné infrastruktury byla zahájena za přispění několika projektů Ministerstva školství (výzkumné záměry a centra). Později byly dostupné technologie výrazně rozšířeny díky snaze zapojit se do velkých mezinárodních kolaborací. Poslední a zatím největší rozvoj technologií nastal za posledních pět let, v době trvání realizační fáze projektu OP VaVpI a Národního programu udržitelnosti (NPU). RCPTM disponuje širokým spektrem syntetických a analytických technik a to nejen díky širokému záběru výzkumných cílů Centra, ale také díky velké rozmanitosti nanotechnologického výzkumu, jehož aplikační potenciál zasahuje do zdravotnictví, ekologie, biotechnologií, energetiky a dalších oblastí. Při tvorbě technologického zázemí Centra byla zvolena cesta vytvoření několika specializovaných laboratoří, které by využívaly související techniky. Centrum garantuje vysokou kvalitu služeb nejen díky špičkovému vybavení, ale také díky vysoce kvalifikovanému personálu se širokými zkušenostmi ze základního i aplikovaného výzkumu na mezinárodní úrovni. Centrum nabízí komplexní charakterizaci nanomateriálů s různým počtem rozměrů (0D, 1D, 2D, 3D) a různých typů vzorků včetně nanoprášek, koloidů, nanokompozitů, nanovláken, tenkých vrstev atd. Portfolio nabízených technik obsahuje:

Mikroskopická laboratoř: tato laboratoř obsahuje soubor mikroskopických technik, které svým složením pokrývají široké spektrum požadovaných analýz. Jedná se o transmisní elektronový mikroskop s vysokým rozlišením (rozlišení 0,08 nm, v současné době nejvýkonnější elektronový mikroskop v ČR) s možností měření za nízkých teplot (cryoHRTEM) a disponující technikami chemického mapování jako EDX a EELS. Park mikroskopických technik je dále doplněn standardním transmisním elektronovým mikroskopem (TEM), skenujícím elektronovým mikroskopem (SEM) se systémem EDX, mikroskopem atomárních a magnetických sil (AFM/MFM), resp. skenovací tunelovou mikroskopií (STM). Mezi další mikroskopické techniky patří fluorescenční a konfokální optický mikroskop. V poslední době byla nainstalována i mikroskopie UHV/SPM, která umožňuje pozorovat elektronickou strukturu nanosystémů a molekul, dále pak mikroskopie SECM pro přípravu a charakterizaci nanočástic, vrstev a membrán za použití elektrochemických technik.

Laboratoř technik pro analýzy ve vnějších magnetických polích: v této laboratoři jsou zastoupeny některé spektroskopické techniky, ale také přístroje pro měření fyzikálně-chemických vlastností materiálů ve vnějších magnetických polích. Je zde SQUID magnetometr (Superconducting Quantum Interference Device) pracující ve vnějších polích do 7 T s možností měření FC/ZFC křivek, hysterezních smyček, teplotních závislostí a susceptibility, a Mössbauerovy spektrometry pro měření v širokém rozmezí teplot a vnějších polích až do 10 T. Mezi nejnovější technické vybavení patří Systém na měření fyzikálních vlastností (Physical Property Measuring System – PPMS) dovolující měření elektrických, magnetických, optických a transportních vlastností ve vnějších polích do 9 T, stejně jako Spektrometr NMR (600 MHz) s možností analýzy vzorků v pevné fázi.

Laboratoř RTG technik: tato skupina technik zahrnuje spektroskopické a difrakční metody využívající RTG záření pro komplexní strukturní, fázovou a chemickou analýzu materiálů. Mezi techniky dostupné v této laboratoři patří RTG práškový difraktometr umožňující fázovou analýzu a zpracování vzorků za vysokých teplot (XRD), RTG monokrystalový difraktometr a RTG fluorescenční spektrometr (XRF) umožňující analýzu pevných a kapalných vzorků v prvkovém rozsahu od sodíku až po uran. Novou technikou je XPS (X-ray Photoelectron Spectroscopy) pro analýzu pevných vzorků do hloubky 10 nm s prvkovým rozsahem lithium až uran.

Laboratoř spektroskopických metod: laboratoř je tvořena zejména přístroji na bázi hmotnostní spektrometrie a dalších spektroskopických technik, ale i chromatografickými technikami, metodami termické analýzy a kalorimetrie. Tato analytická laboratoř využívá například hmotnostní spektrometr s vysokým rozlišením, hmotnostní spektrometr s ionizací indukčně vázaným plazmatem (ICP-MS) a laserovou ablací, kapilární elektroforézu s tandemovým hmotnostním spektrometrem, plynový resp. kapalinový chromatograf, atomový absorpční spektrofotometr či prvkový analyzátor (CHNS). Další využitelné spektroskopické techniky jsou IČ/Ramanova spektroskopie, mikroskop pro Ramanův rozptyl, mikro-Ramanova spektroskopie a elektronová paramagnetická rezonance (EPR). Skupina

technik pro termickou analýzu materiálů je zastoupena simultánním termickým analyzátozem s analýzou uvolněných plynů (TG/DSC/EGA) a izotermickým titračním kalorimetrem.

Laboratoř analýzy povrchových vlastností materiálů: tato laboratoř se opírá o skupinu technik dovolujících kvalitativně i kvantitativně posoudit povrchové a velikostní vlastnosti materiálů včetně plochy povrchu, povrchové energie, porozity materiálů, smáčivosti povrchů či distribuce velikosti částic. Zastoupeny jsou BET analyzátoř měření plochy povrchu a porozity materiálů, zařízení pro měření chemisorpce a specifické plochy povrchů s možností analýzy až do 450 °C, DLS analyzátoř (Dynamic Light Scattering) pro měření distribuce velikosti částic a zeta potenciálu, SEA (Surface Energy Analyser) analyzátoř pro měření povrchové energie metodou inverzní plynové chromatografie. V neposlední řadě je k dispozici zařízení pro měření smáčivosti povrchů metodou kontaktního úhlu a možností stanovení povrchového napětí resp. povrchové volné energie tuhých látek. Optické a mechanické vlastnosti povrchů a vrstev mohou být také zkoumány pomocí rozptylometrie, profilometrie (kontaktní nebo bezkontaktní) a nano-indentace.

Optická laboratoř: optická laboratoř disponuje především unikátními laserovými a depozičními systémy a systémy na opracování (nano)povrchů. Laboratoř využívá pikosekundové a femtosekundové laserové systémy s nJ a mJ energiemi, několik intenzifikovaných CCD kamer a CCD kamer s elektronovou multiplikací s vysokou kvantovou účinností. Techniky pro přípravu povrchů a vrstev jsou zastoupeny zejména centry pro zpracování povrchů broušením a následně leštěním pro přípravu optických i neoptických povrchů s drsností pod 10 nm. Tyto povrchy mohou být následně upravovány za pomoci vakuové napařovací aparatury pro depozici tenkých vrstev, plazmatického systému pro depozici funkčních struktur nanoklastrů včetně HiPIMS techniky a testovány měřením složení gradientních vrstev, rozptylometrem a technikami optické spektroskopie. Vybavení spektrometrií na nízkých světelných úrovních ve viditelné a blízké IR oblasti, včetně ps časového rozlišení, je také dostupné.

Laboratoř výpočetní chemie: laboratoř disponuje výpočetními klastry pro simulaci vlastností nových materiálů, biomakromolekul a hybridních komplexních systémů. Stávající softwarové i hardwarové vybavení umožňuje predikci mechanických a elektronických vlastností pevné fáze, širokého spektra fyzikálně chemických vlastností molekul, konformačního chování biomakromolekul, studium účinnosti katalytických procesů a posouzení vzájemné afinity látek. Výpočetní klastry v laboratoři mají celkový objem cca 3100 CPU a 7,3 TB RAM a datovými úložišti s celkovou kapacitou více než 80 TB. Kvantové chemické výpočty jsou prováděny s pomocí programů Gaussian, Molpro, Turbomole, VASP, Molcas, Abinit. Pro molekulárně dynamické simulace jsou používány například programy AMBER, CHARMM, NAMD a GROMACS.

Syntetická laboratoř: Centrum není skladbou přístrojového parku zaměřeno pouze na samotnou charakterizaci materiálů, ale disponuje také širokou škálou technik a zařízení umožňujících přípravu a zpracování materiálů v laboratorních a poloprovozních podmínkách. Jedná se například o reakční autoklávy, laboratorní pece, mikrovlnné systémy pro přípravu materiálů, dispergátor nanočástic, tryskový a kulový mlýn pro homogenizaci částic, centrifugy, ultrazvukové aparatury popř. depoziční systémy využívající chladnou plazmu. Pro testování laboratorně vyvinutých metod přípravy nanomateriálů ve větším měřítku jsou k dispozici poloprovozní fluidní a rotační pece pro práci v inertní, oxidační a redukční atmosféře.

3.3.6.2 Materiálně-technické vybavení

Centrum provádí své výzkumné a vzdělávací činnosti v následujících budovách:

Budova Centra na Univerzitě Palackého v Olomouci (Šlechtitelů 27)

V červnu 2013 se Centrum nastěhovalo do nové budovy v prostorách na Šlechtitelů 27, která se stala „domovem“ podstatné části výzkumného týmu Centra a přístrojového vybavení. Některé již existující a další nově získané přístroje byly nastěhovány do této budovy. Součástí vlastní stavby bylo vybudování nové budovy, nového energocentra, přestavby stávající trafostanice v areálu univerzity, výstavba páteřní komunikace napojující se na stávající komunikaci v areálu a další komunikační a technická infrastruktura související s novou budovou. S výstavbou souviselo i vytvoření distribuční sítě technických plynů v budově, technologické vybavení laboratoří a dalších prostor souvisejících s výzkumem, technologické vybavení pro posílení již existující trafostanice v areálu a technologické

vybavení energocentra včetně nouzového generátoru. Budova poskytuje více než 2800 m² užitné plochy.

Výzkumné prostory na Univerzitě Palackého v Olomouci (17. listopadu 50a)

Pro potřeby vědeckého programu s názvem „Optické a fotonické technologie“ využívá Centrum nově zrekonstruované a modernizované prostory Univerzity Palackého v Olomouci v prostorách na ulici 17. listopadu 50a. Tyto původní prostory Univerzity Palackého v Olomouci (17. listopadu 50a) byly adaptovány s ohledem na technické požadavky spojené s instalací klíčových přístrojů pořízených v rámci podpory programu OP VaVpI, které jsou v současné době využívány skupinou výše zmiňovaného výzkumného programu. Adaptované prostory poskytuje více než 200 m² užitné plochy.

Vzdělávací a laboratorní prostory na Univerzitě Palackého v Olomouci (17. listopadu 12)

Členové všech výzkumných programů Centra provádějí část výzkumných a vzdělávacích aktivit v budovách Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci (prostory na 17. listopadu 12); členové RCPTM zde využívají především přístroje a vybavení chemických a fyzikálních laboratoří pro realizaci bakalářských, magisterských a doktorských kvalifikačních prací studentů pod vedením školitelů z RCPTM.

3.3.7 Struktura a charakter financování

3.3.7.1 Struktura a charakter financování v uplynulých 7 letech

Centrum má svoji vlastní finanční strategii a staví na třech základních pilířích:

- (i) Grantové zdroje z národních a mezinárodních výzkumných a vzdělávacích programů;
- (ii) Institucionální podpora pro dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace (RVO) a pro studijní programy;
- (iii) Smluvní výzkum a další činnosti.

Regionální centrum pokročilých technologií a materiálů má jasnou vizi financování svých činností. V uplynulých 7 letech hospodařilo Centrum s vyrovnaným nebo mírně přebytkovým rozpočtem. Celkové finanční náklady v hodnotě 145 mil. Kč v roce 2015 byly pokryty s následujícími zdroji:

- (i) V roce 2015 byl příjem Centra z národních a mezinárodních projektů 51 mil. Kč z vědeckých grantů. Dalších 10 mil. Kč bylo získáno z grantů na podporu post-doc pozic. V roce 2016 očekáváme zvýšení mezinárodní podpory díky projektu ERC-CoG (1,8 mil. EUR).
- (ii) Příjem z podílu institucionální podpory pro dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace (RVO), vypočítaný z výkonu zaměstnanců Centra za posledních pět let, dosáhl v roce 2015 částky 69 mil. Kč. Další institucionální podpora související s garancí studijních programů činí 5 mil. Kč za rok.
- (iii) Příjem ze soukromých zdrojů vyplývající z kontrahovaného výzkumu s industriálními partnery dosáhl v roce 2015 celkové částky 13 mil. Kč.

Celkové plánované roční provozní náklady Centra včetně očekávaných reinvestic byly vyčísleny, podle Technického anexu projektu OP VaVpI, částkou 140 mil. Kč na rok 2016. Všechny příjmy Centra jsou, v souladu s pravidly projektů OP VaVpI, investovány zpět do provozu Centra. Za předpokladu, že Centrum bude schopno udržet stávající poměr úspěšnosti v grantových soutěžích a stávající úroveň publikačního výkonu, bude Centrum plně udržitelné. Pro tento předpoklad existují dobré důvody vzhledem k faktu, že publikační výkon roste od 2011 každým rokem o 20% a grantová úspěšnost dosáhla nového mezníku získáním ERC grantu v roce 2015.

3.3.8 Mezinárodní spolupráce

3.3.8.1 Klíčoví zahraniční partneři a společné aktivity

Mezinárodní spolupráce s výzkumnými institucemi vychází z dlouhodobého partnerství s jednotlivými výzkumnými týmy, jejichž pracovníci často studovali, pracovali nebo dlouhodobě působili na těchto pracovištích a napsali řadu společných publikací. Tato spolupráce bude samozřejmě pokračovat i v budoucnu a bude dále intenzivně rozvíjena s důrazem na získání dalších mezinárodních grantů. V současné době Centrum spolupracuje s více než 85 zahraničními akademickými pracovišti (např. Cornell University, USA, University of Tokyo, Japonsko, University of Padua, Itálie, Bar-Illan University, Izrael, University of Melbourne, Austrálie, École Polytechnique Fédérale de Lausanne,

Švýcarsko, University of Helsinki, Finsko, University of Patras, Řecko, Florida Institute of Technology, USA, atd.). V období 1/2008 až 12/2015 spolupracovalo Centrum s více než 80 partnery; dlouhodobé projekty s charakterem smluvní spolupráce tvoří přibližně 15% těchto partnerství.

Centrum dlouhodobě spolupracuje se zahraničními partnerskými pracovišti pomocí:

- (1) společných grantových projektů (7FP, KONTAKT);
- (2) zapojení do velkých mezinárodních konsorcií (např. CERN-ATLAS, Pierre Auger Observatory, Cherenkov Telescope Array);
- (3) bilaterální a multilaterální projekty zaměřené na další vzdělávání, mobilitu, internacionalizaci a navýšení vědeckého výkonu (např. OP VK 2.3);
- (4) bilaterální spolupráce se zahraničními industriálními partnery (např. Procter & Gamble, Waters GmbH);
- (5) bilaterální spolupráce se zahraničními akademickými partnery.

3.4 Plán rozvoje

3.4.1 Současný stav v roce 2015

3.4.1.1 *Pozice RCPTM v příslušných vědeckých tématech*

Existují tři klíčové výzkumné oblasti spojené s návrhem projektu, v nichž RCPTM již ustanovilo silnou mezinárodní spolupráci, a ve kterých je RCPTM celosvětově uznáváno. Tato tvrzení lze dobře dokumentovat vybranými publikacemi a klíčovými mezinárodními partnery. Všechny publikace byly zveřejněny ve spolupráci s některým z níže uvedených zahraničních partnerů.

i) Uhlíkové nanostruktury (zejména výzkum grafenu a uhlíkových kvantových teček, jejich vlastnosti a aplikace).

Klíčové partnery: Cornell University, USA - Prof. Dr. Emmanuel P. Giannelis; University of Ioannina, Řecko - Prof. Dr. Athanasios B. Bourlinos; Pohang University of Science and Technology, Jižní Korea - Prof. Dr. Kwang S. Kim; City University of Hong Kong, Čína – Prof. Dr. Andrey Rogach; Aarhus University, Dánsko - Prof. Dr. M. D. Dong; Nanyang Technological University, Singapur - Prof. Dr. Martin Pumera.

ii) Nanokrystalické oxidy kovů (zejména oxidy železa a TiO₂, jejich příprava a aplikace)

Klíčové partnery: University of Tokyo, Japonsko – Prof. Dr. S. I. Ohkoshi; EPFL Lausanne, Švýcarsko – Prof. Dr. K. Sivula; Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Německo – Prof. Dr. P. Schmuki.

iii) Nanomateriály v katalýze, elektrokatalýze a elektrochemii (zejména aplikace vzácných kovů, oxidů a jejich hybridů)

Klíčové partnery: US Environmental Protection Agency, USA - Dr. Rajender S. Varma; Université de Nantes; Francie - Prof. Dr. François-Xavier Felpin; University of Padua, Itálie - Prof. Dr. Fabio Vianello; State University of New Jersey, USA - Prof. Dr. Tewodros Asefa; Texas A&M University, College Station, Texas, USA - Prof. Dr. Virender K. Sharma; National Institute for Materials Science Tsukuba, Japonsko - Dr. Yusuke Yamauchi.

O dobré pověsti RCPTM v oblastech souvisejících s cíli projektu svědčí i řada ocenění získaných v poslední době výzkumníky zahrnutými do projektu; např. Prof. Dr. M. Otyepka získal ERC Consolidator grant v roce 2015 (<http://www.upol.cz/nc/en/news/clanek/erc-grant-allows-development-of-superfunctional-2d-materials/>), Prof. Dr. P. Hobza byl zahrnut do seznamu „Highly Cited Scientists“ Thomson Reuters v letech 2014 i 2015 (<http://highlycited.com/#hobza>), Prof. Dr. R. S. Varma získal ocenění U.S.EPA (https://www.researchgate.net/profile/Rajender_Varma/info), Dr. M. B. Gawande byl oceněn cenou "Mahatma Gandhi Pravasi Samman" indické vlády v roce 2014 (https://www.researchgate.net/profile/Dr_Manoj_Gawande). Ustanovení nové výzkumné skupiny povede k další podpoře výše zmiňované excelence zejména skrze propojení v oblastech (i)-(iii) směrem ke společné cílové aplikaci nanomateriálů pro fotoelektrochemické štěpení vody.

3.4.1.2 Výstupy výzkumu RCPTM v souvisejících tématech

RCPTM každoročně publikuje 50 výzkumných článků ve výše uvedených výzkumných tématech spadajících do oblasti nanotechnologií, nanomateriálů a jejich aplikací (zejména uhlíkové nanostruktury, katalýza, elektrochemie, environmentální aplikace, oxidy železa a jejich aplikace). Tento publikační výstup je generován čtyřmi výzkumnými skupinami RCPTM s celkovým počtem 46 výzkumníků (33 FTE), pracujících v souvisejících výzkumných oblastech, které jsou rovněž relevantní s vědeckým zaměřením předkládaného projektu. V roce 2015 bylo 55 publikací RCPTM zveřejněno v nejprestižnějších vědeckých mezinárodních časopisech (např. Chemical Reviews, Chemical Society Reviews, Accounts of Chemical Research, Coordination Chemistry Reviews, Advanced Materials, Advanced Functional Materials, Angewandte Chemie, Nanoscale, Small, Journal of Physical Chemistry Letters, Journal of Materials Chemistry A, Green Chemistry). Tento výzkumný tým je úspěšný i na poli získávání národních a mezinárodních grantů s projekty s celkovou roční alokací z grantových zdrojů převyšující 30 mil. ČK (národní zdroje) a 6 mil. ČK (mezinárodní zdroje). Mezi nejvýznamnější národní podpořené projekty lze zařadit projekt v rámci výzvy Technologické agentury ČR s názvem „Centra kompetence“ (Ekologicky šetrné nanotechnologie a biotechnologie pro čištění vod a půd – TE01020218), projekt v rámci výzvy Grantové agentury ČR s názvem „Centra excelence“ (Řízení struktury a funkce biomolekul na molekulové úrovni: souhra teorie a experimentu – P208/12/G016) a projekt v rámci výzvy „Národní program udržitelnosti“ (Rozvoj centra pokročilých technologií a materiálů – LO1305). Mezi nejvýznamnější mezinárodní podpořené projekty lze zařadit projekt v rámci 7. rámcového programu (Taking Nanotechnological Remediation Processes from Lab Scale to End User Applications for the Restoration of a Clean Environment - FP7-NMP 2011108).

3.4.1.3 Instrumentace

Pro výzkum související s nanotechnologiemi RCPTM disponuje unikátním přístrojovým parkem s několika plně vybavenými laboratořemi včetně mikroskopické laboratoře, laboratoře pro fyzikální charakterizaci materiálů ve velkých magnetických polích, spektroskopická laboratoře, laboratoře studia povrchových vlastností, laboratoře rtg analýz, laboratoře analytické chemie a výpočetních klastrů. Kompletní seznam laboratoří s detailním popisem přístrojového vybavení lze nalézt na webových stránkách RCPTM (www.rcptm.com). Všechny výše uvedené analytické nástroje budou plně využity nově ustanovenou fotoelektrochemickou výzkumnou skupinou. Základními experimentálními nástroji skupiny pod vedením Prof. Dr. Schmukiho jsou již plně fungující jedinečný systém pro přípravu tenkých filmů (HiPIMS) a zařízení pro měření fotoelektrochemické účinnosti solárních článků. Fotoelektrochemická laboratoř bude rozšířena o investice uvedené v rámci tohoto navrhovaného projektu.

3.4.1.4 Výzkumné kapacity a organizace

Jak bylo popsáno v sekci 2.3.2.1. v RCPTM je sedm výzkumných skupin, kdy čtyři z nich se věnují výzkumu v oblasti nanotechnologií, nanomateriálů a jejich aplikací (tj. témata vztahující se přímo k předkládanému projektu). Příslušné výzkumné skupiny jsou: (1) Skupina uhlíkových nanostruktur; (2) Skupina environmentálních nanotechnologií (využití vzácných kovů, oxidů železa v katalýze a elektrokatalýze); (3) Skupina magnetických nanočástic a oxidů železa; (4) Skupina nanotechnologií v medicíně (včetně výzkumu zaměřeného na senzorické a fotoluminiscenční aplikace vzácných kovů, grafenu a uhlíkových kvantových teček). V současné době 33 FTE v RCPTM pracuje na relevantních tématech. Skupiny se scházejí pravidelně dvakrát za měsíc. Vedoucí výzkumných skupin se setkávají s Generálním ředitelem a Vědeckým ředitelem jedenkrát za měsíc. Témata probíraná na pracovních schůzkách jsou zaměřena především na monitorování probíhajících projektů, vyřízení experimentálních zařízení a spolupráci v rámci skupin.

3.4.1.5 Mezinárodní spolupráce

Všechny výše zmíněné výzkumné skupiny jsou zapojeny do mnoha prestižních mezinárodních spoluprací. Během uplynulých sedmi let členové skupin spolupracovali a publikovali společné práce s více jak 30 světově uznávanými pracovišti. Seznam všech partnerských výzkumných a soukromých institucí je umístěn na webových stránkách RCPTM (www.rcptm.com). Mezi nejvýznamnější mezinárodní spolupracovníky, se kterými pracovníci RCPTM publikují společné práce, patří

například Cornell University (USA); US EPA, University of Tokyo, Japonsko; EPFL Laussane, Švýcarsko; Florida Institute of Technology, USA; University of Erlangen, Německo; University of Hongkong, Čína; Pohang University, Jižní Korea; Nanyang Technological University, Singapore; Aarhus University, Dánsko, University of Ioannina (Řecko). RCPTM je také zapojeno do řešení mezinárodních projektů spolupráce jako např. Taking Nanotechnological Remediation Processes from Lab Scale to End User Applications for the Restoration of a Clean Environment - FP7-NMP 2011108, ATLAS-CERN experiment, Pierre Auger Observatory nebo Cherenkov Telescope Array. Prof. Dr. M. Otyepka je rovněž první úspěšný kandidát z RCPTM, který obdržel prestižní ERC Consolidator grant (ERC-CoG-2015 – Two-Dimensional Chemistry towards New Graphene Derivatives, 1.8 mil. EUR).

3.4.2 Konečný stav

3.4.2.1 *Pozice RCPTM po skončení projektu*

Jak bylo popsáno v sekci 2.4.1.1., RCPTM klade důraz na tři klíčové výzkumné oblasti relevantní záměrům projektu a zahrnující nanostruktury na bázi uhlíku, nanokrystalické oxidy kovů a katalyticky, elektrokatalyticky a elektrochemicky aktivní nanomateriály. V současné době pracují příslušné výzkumné skupiny převážně samostatně a generují význačné vědecké výstupy. Na druhé straně mnoho materiálů a nanostruktur studovaných v těchto skupinách má jisté vlastnosti a funkce, které skýtají velký aplikační potenciál, hlavně v případech, pokud jsou zkombinovány s jinými funkčními materiály, což výrazně rozšiřuje portfolio jejich aplikací. Navrhované pokročilé hybridní nanostruktury založené na takových kombinacích různých materiálů a nanostruktur pro fotoelektrochemické aplikace představují jednu z hlavních platforem projektu. Právě v této oblasti hybridních nanostruktur pro PEC aplikace může RCPTM získat význačné evropské postavení.

Nově ustanovený výzkumný tým pod vedením jednoho z nejvíce citovaných vědců v oblastech fotoelektrochemie, elektrochemie a nanotechnologií, Prof. Dr. Patrika Schmukiho, bude mít několik zásadních dopadů na fungování RCPTM stejně jako v rámci výzkumného kontextu České republiky a Evropské Unie (např. definovaných v rámci Konference Spojených Národů o změnách klimatu, 2015, Paříž, Francie – nové obnovitelné zdroje energie, redukce produkce CO₂):

- (1) Skupina zásadně posílí současnou pozici RCPTM v oblasti fotoelektrochemie směrem ke světové excelenci
- (2) Skupina bude představovat „aplikační most“ mezi výše zmíněnými a mezinárodně již dobře etablovanými výzkumnými skupinami RCPTM, což povede k posílení jejich pozic a zvýšení počtu/kvality vědeckých výstupů
- (3) Skupina propojí několik prestižních světových pracovišť (SZSS; Cornell University, EPFL Lausanne, Aarhus University, University of Nantes, Ulsan National Institute of Science and Technology) a vytvoří unikátní vědeckou síť s vysokým potenciálem úspěchu v získávání význačných mezinárodních grantů včetně H2020, ERC, v širokém spektru grantových výzev včetně oblastí nanotechnologií, pokročilých materiálů, nanostruktur, apod.

Všechny tyto aspekty postupně povedou k ustavení silného, respektovaného a dobře uznávaného centra nanotechnologického výzkumu v evropském výzkumném prostoru, s vysokou mírou internacionalizace s potenciálem získávání velkých grantových projektů ve spolupráci s předními světovými vědeckými institucemi.

3.4.2.2 *Výzkumný výkon v oblastech relevantních záměrům projektu*

Díky vzniku, vybudování a působení nové fotoelektrochemické skupiny ve struktuře RCPTM, kterou povede prof. Patrik Schmuki se očekává zvýšení výzkumného výkonu centra ve všech oblastech relevantních záměrům projektu. V současné době pracuje v relevantních výzkumných oblastech v centru celkem 33 FTE. V případě úspěšné evaluace projektu vzroste během realizace projektu počet pracovníků na 40 FTE (33 stávajících + 7 FTE nový ve fotoelektrochemické skupině). Dále se se vznikem nové excelentní skupiny očekává nárůst impaktovaných publikací produkovaných pěti nanoskupinami v oblastech relevantních záměrům projektu přibližně o 20%, tedy průměrně 10 nových impaktovaných publikací ročně produkovaných fotoelektrochemickou skupinou. Očekává se také nárůst objemu prostředků získaných z národních a mezinárodních grantů přibližně o cca. 20% i díky

funkční kolaborativní síť poskládané ze spolupracujících zahraničních pracovišť. Bližší analýza a kvantifikace je ukázána v modelování udržitelnosti celé skupiny (viz kapitola 8).

3.4.2.3 Instrumentace

V rámci tohoto projektu bude zkompletována sada pokročilých elektrochemických a zejména fotoelektrochemických systémů a zařízení, což povede k vybudování mimořádně dobře vybavené (foto)elektrochemické laboratoře pro výzkum v oblasti elektrochemických nanotechnologií (růst 1D nanostruktur, elektrodepozice nanočástice, apod.) a procesů souvisejících s aplikacemi v oblasti obnovitelných zdrojů (PEC štěpení vody, fotokatalýza, redukce produkce CO₂) a pro komplexní (foto)elektrochemickou charakterizaci nanostruktur (IPCE, měření fotoproudu, impedanční spektroskopie, apod.).

Mezi zařízení/experimentální systémy nejvyššího významu řadíme (detailní seznam a specifikace jsou předmětem):

- (1) 3D laserový skenující mikroskop Keyence: systém umožňuje rychlé prověření fotoelektrochemických vlastností zaležený na rastrování povrchu vzorků v PEC cele pomocí laserového záření (s různými vlnovými délkami), poskytující informace o lokálních fotoelektrochemických vlastnostech vzorků. Tato unikátní technika (vzácně dostupná a používaná) bude využita pro rychlé prověření fotoelektrochemických vlastností vyrobených fotoelektrod, ohodnocení homogenity fotoelektrochemické odezvy napříč celým povrchem fotoelektrod, stanovení nejpříhodnější koncentrace dopantů a ko-dopantů v gradientním typu fotoelektrod, apod. Tento systém představuje krok vpřed při analýze a testování fotoelektrochemické odezvy a v této souvislosti přinese exkluzivitu pro RCPTM. Systém bude vysoce komplementární k našim syntetickým metodám, konkrétně pak k vysokopulznímu magnetronovému naprašování, jenž umožňuje mnoho kombinací lokálních modifikací (gradientní dopování, povrchová modifikace, vícevrstvá uspořádání deponovaných fotoelektrod).
- (2) Fotoelektrochemická stanice: Intenzitně modulovaná spektroskopie fotoproudu (IMPS) a intenzitně modulovaná spektroskopie fotonapětí (IMPV). Tento systém umožní komplexní fotoelektrochemickou charakterizaci (mechanismus a kinetika transferu nosičů náboje, vnitřní dynamika nosičů náboje, dynamika rekombinace páru elektron-díra, IPCE, voltametrie, měření průchodu světla) materiálů a hybridních nanostruktur.
- (3) Potenciostaty vysokého napětí a zdroje napětí: Tato zařízení budou pravidelně používána pro přesná měření fotoelektrochemických a fotovoltaických charakteristik (fotoproudy, I-V charakteristiky, chrono-ampérometrie, apod.) stejně jako pro elektrochemické nanotechnologie (růst 1D samoorganizujících se nanotrubeček, nanoporézní struktury, elektrodepozice nanočástic).
- (4) Iontová chromatografie – Toto zařízení bude používáno pro měření chemických meziproduktů při elektrochemických reakcích.
- (5) Plynový chromatograf – hmotnostní spektrometr: Toto zařízení bude připojeno k PEC cele pro měření vodíků, vývinu kyslíkového plynu a produktů redukce CO₂ vytvořených v odpovídajících fotoelektrochemických experimentech.
- (6) Rukavicový box: Toto zařízení bude použito pro chemické syntézy nanomateriálů, elektrochemické a fotoelektrochemické experimenty vyžadující inertní atmosféru a řízení úrovně vlhkosti a kyslíku v obklopující atmosféře.

Implementací tohoto nového přístrojového vybavení do existující infrastruktury RCPTM zahrnující vysoce sofistikované a mimořádně výkonné techniky pro nanotechnologický a nanomateriálový výzkum (např. cryoHRTEM, UHV-STM, rentgenovské analytické techniky, kombinovaná Ramanova spektroskopie s mikroskopem atomárních sil (AFM), XPS apod.) dosáhne RCPTM cíle průběžného a udržitelného růstu. Kromě toho nová zařízení otevrou cestu k novým hodnotným vědeckým výstupům, které zaručí, že RCPTM ještě povýší již respektovanou pozici mezi předními světovými výzkumnými institucemi v oblasti nanotechnologií.

3.4.2.4 Výzkumné kapacity a organizace

Očekáváme vytvoření zcela nové – osmé výzkumné skupiny RCPTM (fotoelektrochemická výzkumná skupina). Tato výzkumná skupina bude tudíž jednou z osmi skupin v RCPTM. Bude rovněž jednou z pěti skupin pracujících v oblasti nanotechnologického výzkumu. Očekáváme zapojení 12 FTE ve skupině - 6 výzkumníků již pracuje v různých skupinách RCPTM a budou převedeny do nově vzniklé skupiny. Další 6 pozic již bylo vyhlášeno a budou se vést jednání s potencionálními kandidáty v případě úspěšné evaluace návrhu projektu. Celkový počet výzkumníků v nové skupině může být rozšířen podporou z jiných vlastních zdrojů RCPTM (jiný projekt či institucionální podpora). Nová fotoelektrochemická skupina se hladce zařadí do organizační struktury RCPTM (pravidelné pracovní schůze RCPTM, schůze vedoucích výzkumných skupin RCPTM s Generálním ředitelem, apod.). Skupina nebude využívat jen grantové zdroje pro podporu dosažení svých vědeckých cílů, ale chod skupiny bude rovněž financován z institucionálních zdrojů (odrážející vědecký výkon skupiny); rovněž se předpokládá, že členové skupiny budou aktivní v přípravě a podávání národních a mezinárodních projektů. Očekáváme silné vědecké interakce s dalšími skupinami RCPTM. Zapojení Prof. Dr. Schmukiho, realokace některých vynikajících vědeckých osobností a jejich začlenění do nové skupiny (zejména výzkumníci z oblasti výzkumu kvantových teček, grafenu, electrochemie a katalýzy), personální posílení skrze nově vyhlášené pozice (6 FTE) a zapojení renomovaných partnerských výzkumných organizací představují klíčové aspekty k dosažení navržených cílů projektu. Již existující organizační struktura a řídicí mechanismy pomohou Prof. Dr. Schmukimu s ekonomickými a administrativními aspekty každodenní práce.

3.4.2.5 Mezinárodní spolupráce

RCPTM již vytvořilo síť spolupracujících excelentních zahraničních vědeckých pracovišť. Jedním z cílů projektu je zapojení 5 excelentních zahraničních vědeckých pracovišť (konkrétně Department of Materials Science, Friedrich-Alexander University of Erlangen-Nürnberg, Německo; École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Švýcarsko; Institute of Chemical Sciences and Engineering, Molecular Engineering of Optoelectronic Nanomaterials Lab (LIMNO), Švýcarsko; Cornell University, College of Engineering, Materials Science and Engineering, USA; University of Nantes, CEISAM (Interdisciplinary Chemistry: Synthesis, Analysis, Modeling) Institute, Francie; Ulsan National Institute of Science and Technology, Center for Superfunctional Materials (CSM), Jižní Korea; Aarhus University, Interdisciplinary Nanoscience Center (iNANO), Bio-SPM Group, Dánsko), které mají vědecké zkušenosti s materiály a technologiemi, které budou využity k vývoji zcela nových unikátních systémů pro technologie fotoelektrochemického štěpení vody. Takové složení světově uznávaných výzkumníků a vědeckých pracovišť v komplementárních oblastech výzkumu (tj. deriváty grafenu, uhlíkové tečky, nanostruktury typu jádro/slupka, teoretický návrh nanomateriálů a katalýza/elektrokatalýza) směrem ke společnému vědeckému cíli (tj. převod solární energie na energii chemickou jakožto jedna z největších vědeckých výzev současnosti), povedou k dosažení excelentních vědeckých výsledků zabezpečujících význačné postavení RCPTM v dané oblasti výzkumu. Tento prvek vědecké excelence se projeví (1) zvýšením publikačního výstupu, (2) publikacemi v nejprestižnějších světových časopisech (např. časopisy Nature family), (3) zvětšením objemu grantových zdrojů zejména účastí v návrzích projektů výzvy H2020. Společné působení výše zmíněných faktorů přinese zásadní výsledky ve výzkumu charakteristik a aplikací všech studovaných materiálů v RCPTM (vzácné kovy, oxidy železa, grafen, kvantové tečky). To zároveň významně posvedne konkurenceschopnost výzkumných nanoskupin v mezinárodním měřítku.

3.4.3 Rozvoj výzkumné infrastruktury

3.4.3.1 Aktivity vedoucí k dosažení navrhovaných cílů

RCPTM má dobře zavedený systém veřejných zakázek a řízení nákupů nových přístrojů, zařízení a dalšího vybavení. V realizační fázi OP VaVpI projektu (CZ.1.05/2.1.00/03.0058, 2010-2014) RCPTM pořídilo experimentální přístroje a zařízení v celkové částce 270 mil. Kč. Tyto nákupy pokračovaly dalšími investicemi do přístrojového vybavení RCPTM v rámci projektu udržitelnosti (LO1305, 2015, 90 mil. ČK) a jiného OP VaVpI projektu (CZ.1.05/2.1.00/9.0377, 2015, 30 mil. ČK). Ve všech případech byly přístroje a zařízení zakoupeny podle požadavků stanovených zákonem pro veřejné zakázky a vnitřními předpisy Univerzity Palackého v Olomouci. RCPTM spolupracuje s Právním

oddělení a Oddělením veřejných zakázek na Univerzitě Palackého v Olomouci a jejich vedoucí jsou členy realizačního týmu RCPTM. V letech 2009-2015 bylo víc než 50 veřejných zakázek úspěšně administrováno a realizováno RCPTM bez jakýchkoliv pochybení ze strany auditních orgánů. To svědčí o zkušenosti a zodpovědné práci RCPTM v této oblasti.

Co se týče nového přístrojového vybavení plánovaného pro nákup v rámci předkládaného projektu je a bude výběr přístrojů/zařízení, jiných položek a jejich parametrů dále podrobně konzultován, jak uvnitř výzkumného týmu, tak i s našimi zahraničními spolupracovníky za účelem dosažení optimálně vybavené laboratoře pro zamýšlené úkoly. Technická část přípravy dokumentace pro veřejnou zakázku pro každou plánovanou položku bude pod dohledem vybraného zkušeného člena výzkumného týmu, zatímco právní část dokumentace bude v kompetenci vedoucího oddělení veřejných zakázek a právního oddělení UP.

Seznam nových přístrojů a zařízení, které budou předmětem veřejných zakázek v počáteční fázi projektu, je následující:

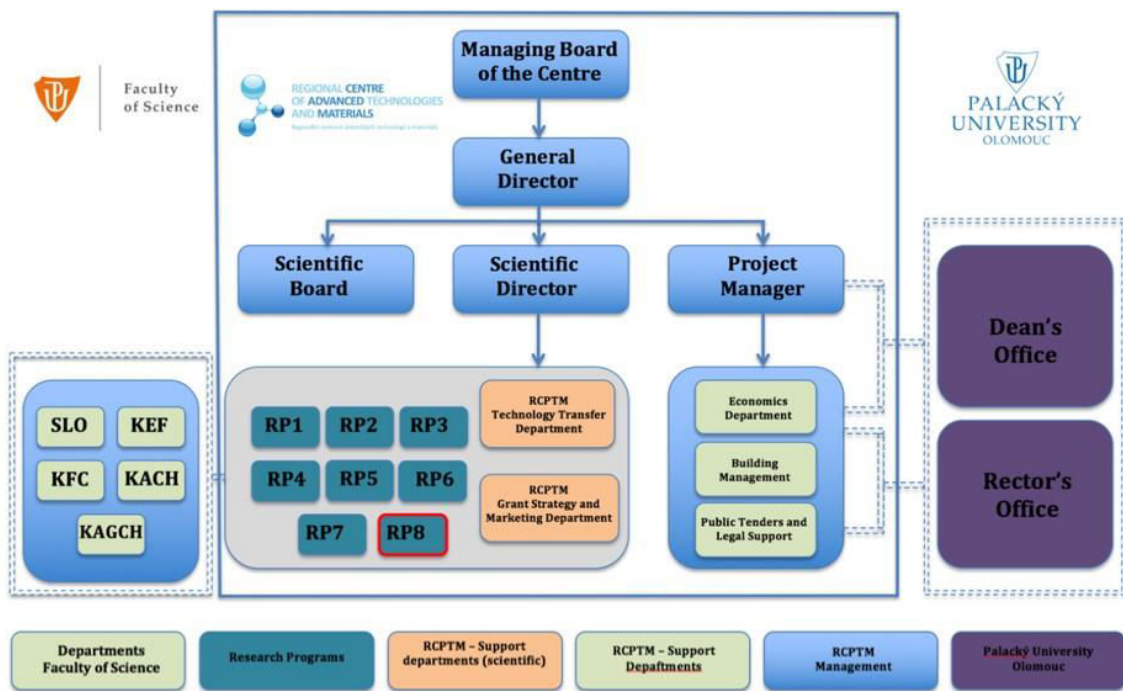
- 3D laserový skenující mikroskop Keyence
- Fotoelektrochemická stanice
- Potenciostaty vysokého napětí a zdroje napětí
- Iontová chromatografie
- Plynová chromatografie-hmotnostní spektrometr
- Rukavicový box

Po nákupu a instalaci bude zvolena přístrojově zodpovědná osoba pro každý z výše uvedených přístrojů a zařízení (obvyklá strategie uplatňovaná pro všechny přístroje a zařízení v RCPTM). Přístrojově zodpovědné osoby budou garantovat správné fungování daného přístroje/zařízení a správu měřicího času. Údržba a reinvestice nových přístrojů a zařízení bude podléhat standardním přístupům RCPTM aplikovaným pro všechny ostatní přístroje/zařízení RCPTM, tj. přístroje/zařízení budou udržovány a renovovány prostřednictvím Fondu rozvoje investic (FRIM) RCPTM nebo prostřednictvím projektů orientovaných na investice.

3.4.4 Rozvoj výzkumných kapacit a organizace

3.4.4.1 *Aktivity vedoucí k dosažení navrhovaných cílů*

RCPTM má dobré zkušenosti v oblasti nábory nových zaměstnanců. Noví členové nově vzniklé skupiny budou vybíráni na základě veřejně a mezinárodně vyhlášeného výběrového řízení. V této souvislosti jsme již otevřeli šesti měsíční dobu pohovorů pro nových 6 pozic v RCPTM. V současné době Prof. Dr. Schmuki společně s Generálním ředitelem, Vědeckým ředitelem RCPTM a koordinátorem tohoto projektu (Dr. Štěpánem Kmentem) přezkoumávají žádosti o pozice v nově plánované Fotoelektrochemické skupině RCPTM. Oznámení o nových pozicích v RCPTM budou otevřené do května 2016. Posléze budou probíhat pohovory s kandidáty a úspěšní kandidáti se připojí do výzkumné skupiny se začátkem projektu. K tomu využíváme různé pracovní portály jako např. Nature Jobs (<http://www.nature.com/naturejobs/science/>), Euraxess (<http://ec.europa.eu/euraxess/>) nebo Science Careers (<http://jobs.sciencecareers.org/>). Reference od zahraničních spolupracovníků RCPTM včetně SZSS budou rovněž důležitým nástrojem při výběru vhodných kandidátů. Rozvoj lidských zdrojů nové skupiny bude plně řízen Statutem RCPTM a jeho Karierním a Bonusovým systémem, ve shodě s dobrou praxí s předchozími akvizicemi v RCPTM.



Obrázek 8: Organizační struktura a začlenění nové fotoelektrochemické skupiny.

RCPTM disponuje funkční organizační strukturou vycházející z nejlepší mezinárodní praxe. Jako centrální jednotka Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci má RCPTM 7 pracovních výzkumných skupin s definovanými vedoucími jednotlivých skupin (viz www.rcptm.com). V případě úspěšné evaluace tohoto návrhu projektu se Prof. Dr. Schmuki stane vedoucím osmé pracovní skupiny RCPTM a bude přímo podřízen Generálnímu řediteli RCPTM jak je znázorněno na obr. 4.1. Skupina a její řízení bude plně implementováno do současné řídicí struktury RCPTM. Prof. Dr. Schmuki se stane plně odpovědným za vědecké řízení nové skupiny a bude mít stejné pravomoci a povinnosti jako vedoucí ostatních skupin. Bude mít přístup ke všem podpůrným oddělením na úrovni Univerzity, Přírodovědecké fakulty a RCPTM. Jako vedoucí skupiny bude koordinovat veřejné zakázky pro nákup nových přístrojů/zařízení s pomocí právního oddělení a oddělení veřejných zakázek; projekt pak bude finančně monitorován ekonomickým oddělením. Pokud jde o administrativní vedení projektu, bude mít plnou podporu oddělení grantové strategie RCPTM, který má bohaté zkušenosti s řadou velkých národních a mezinárodních projektů. Z jeho vědecké pozice se zaměří na tematické vedení skupiny, přehled vědeckých výsledků, vědecké schůze s členy skupiny jednou za měsíc, přípravu vědeckých monitorovacích zpráv k rukám Generální ředitele jednou měsíčně a přípravu vědecké monitorovací zprávy pro RCPTM konferenci a setkání Vědecké rady RCPTM. Vědecký výstup skupiny bude ohodnocen standardizovanými nástroji týmu Vědeckého ředitele RCPTM a bude každoročně předkládán k rukám Generálního ředitele RCPTM. RCPTM má svůj systém odnocení a rovněž Bonusový systém, který je součástí Kariérního plánu.

Kariérní systém RCPTM byl ustanoven během realizační fáze OP VaVpI projektu; definuje výzkumné pozice v RCPTM a pravidla pro výběrová řízení na tyto pozice, zavádí kritéria ročního hodnocení aktivit výzkumníků a shrnuje způsoby podpory kariérního růstu nabízeného RCPTM. Pravidla mimořádných odměn pracovníků RCPTM souvisejících s jejich dosaženými výsledky jsou definována v Bonusovém systému RCPTM. Cílem Bonusového systému je silně motivovat pracovníky RCPTM dosazovat maximálního objemu a kvality výsledků přispívajících k růstu prestiže a vědecké kvality RCPTM a k průběžnému plnění cílů projektu. Cílem personální politiky RCPTM je dlouhodobě vytvářet a udržovat vědecký tým s vyváženými aspekty kvalifikace a věku (zkušení výzkumní pracovníci, mladí výzkumní pracovníci, doktorští studenti) a podporovat příhodnými prostředky internacionalizaci a rovnováhu pohlaví.

Prof. Dr. Patrik Schmuki se bude účastnit pravidelných setkání řídicí rady, které se koná jednou za měsíc. Cílem této porady je rozebrat vědecké, grantové, administrativní a jiné aktivity Centra před zodpovědnými osobami. Na těchto schůzích bude Prof. Dr. Schmuki referovat o nových spolupracích,

chystaných projektech nebo aktivitách. Nová skupina bude využívat tyto mechanismy k plnému dosažení navržených cílů projektu a soběstačnosti/udržitelnosti po skončení projektu.

Tento projekt rovněž povede k rozšíření Vědecké rady RCPTM, kde všech 5 představitelů partnerských výzkumných týmů budou nominováni jako externí členové (tj. Prof. Dr. Kevin Sivula - École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Institute of Chemical Sciences and Engineering, Molecular Engineering of Optoelectronic Nanomaterials Lab (LIMNO), Švýcarsko; Prof. Dr. Emanuel P. Giannelis – Cornell University, College of Engineering, Materials Science and Engineering, USA; Prof. Dr. Francois-Xavier Felpin - University of Nantes, CEISAM (Interdisciplinary Chemistry: Synthesis, Analysis, Modeling) Institute, Francie; Prof. Dr. Kwang S. Kim – Ulsan National Institute of Science and Technology, Center for Superfunctional Materials (CSM), Jižní Korea; Prof. Dr. Mingdong Dong – Aarhus University, Interdisciplinary Nanoscience Center (iNANO), Bio-SPM Group, Dánsko). Budu tak automaticky pozváni, aby se zúčastnili výroční konference RCPTM, kde jsou prezentovány výsledky dosažené napříč všemi výzkumnými skupinami RCPTM. Nejlepší výsledky budou prezentovány 3-5 členy skupiny a Prof. Dr. Schmuki představí zevrubný přehled všech aktivit skupiny.

3.4.5 Rozvoj mezinárodní spolupráce

3.4.5.1 *Aktivity vedoucí k plánovanému stavu**

RCPTM udržuje několik dobře zavedených spoluprací na mezinárodní scéně, což významně přispívá k výzkumným aktivitám a excelentním výsledkům RCPTM. S ohledem na tento výzkumný projekt se bude 5 klíčových vědeckých partnerů účastnit řešení konkrétních cílů, jak oficiálně ztvdili podpisem dohod o spolupráci. Těmito partnery jsou:

1. **École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Institute of Chemical Sciences and Engineering, Molecular Engineering of Optoelectronic Nanomaterials Lab (LIMNO), Švýcarsko.**

- **Klíčová osoba: Prof. Kevin Sivula, <http://limno.epfl.ch>**

Výzkum na LIMNO je zaměřen na produkci nových, levných a v roztoku zpracovatelných polovodičových materiálů pro vysoce výkonné zařízení založené na konverzi solární energie.

S vazbou na tento projekt LIMNO značně přispěje k systematickému studiu vlivu dopování kovů na vlastnosti fotoanod směrem k zvýšení účinnosti fotoelektrochemického štěpení vody, poskytne dodatečnou pokročilou fotoelektrochemickou charakterizaci (např. přechodovou spektroskopii) fotoanod připravených v RCPTM a bude spolupracovat na vývoji sestav tandemových článků kombinujících hybridní fotoanody produkované v RCPTM s fotokatodami/DSSC systémy vyvíjenými a studovanými na EPFL. Význačné publikace partnera v oblasti relevantní návrhu projektu:

2. **Cornell University, College of Engineering, Materials Science and Engineering, USA.**

- **Klíčová osoba: Prof. Emmanuel P. Giannelis, <http://people.ccmr.cornell.edu/~giannelis/>**

Skupina Prof. Dr. Giannelise se zaměřuje na syntézu nanostruktur na bázi uhlíku, tradičních nanokompozitů (polymerní matrice vyplněné jílovými nebo jinými nanočásticemi), funkcionalizovaných nanočástic a hierarchicky strukturovaných hybridních materiálů pro energetické aplikace.

Tým Prof. Dr. Giannelise bude provádět výzkum soustředící se na uhlíkové kvantové tečky, jejich příhodnou funkcionalizaci a řízení jejich fotoluminiscence směrem k jejich aplikacím jako optické senzibilizátory fotoelektrod zvyšující celkový výkon vyvíjených fotoelektrochemických cel.

3. **University of Nantes, CEISAM Institute, Francie.**

- **Klíčová osoba: Prof. Francois-Xavier Felpin, <http://www.univ-nantes.fr/felpin-fx>**

Skupina Prof. Dr. Felpina se zaměřuje na vývoj udržitelných katalytických systémů s využitím převážně materiálů na bázi uhlíku (grafen) jako podpurný materiál nebo katalyzátor. Skupina se rovněž soustředí vývoj konceptu katalyzátorů s multifunkčními vlastnostmi.

Skupina Prof. Dr. Felpina se bude účastnit aktivit nově vzniklé fotoelektrochemické skupiny v RCPTM, kdy bude řídit vývoj pokročilých ko-katalyzátorů založených na nanočásticích kovu a uhlíkových nanostruktur.

4. Ulsan National Institute of Science and Technology, Center for Superfunctional Materials (CSM), Jižní Korea

- **Klíčová osoba: Prof. Kwang S. Kim, <http://csm.unist.ac.kr/index.html>**

Hlavním výzkumným zaměřením skupiny kolem Prof. Dr. Kima je teoretický návrh a experimentální vývoj funkčních molekulárních/materiálových systémů a nanozařízení. Výzkum zahrnuje pochopení statických a dynamických vlastností nanomateriálů objasněním interakcí foton-elektron.

Skupina Prof. Dr. Kima přispěje k teoretickému návrhu hybridních nanostruktur využívaných v technologiích přímého solárního štěpení vody a k návrhu a syntéze 2D nanostruktur plánovaných jako doplňkové komponenty zvyšující fotoelektrochemický výkon.

5. Aarhus University, Interdisciplinary Nanoscience Center (iNANO), Bio-SPM Group, Dánsko.

- **The key person: Assoc. Prof. Migdong D. Dong, <http://inano.au.dk/>**

Bio-SPM vedená prof. Dongem zkoumá fyzikální a chemické vlastnosti biomolekul a nověch nanomateriálů. Další oblastí výzkumu tvoří pochopení a řízení samoorganizace nanostruktur. Pro všechny tyto studie vyvinula Bio-SPM skupina unikátní SPM techniky.

Společné výzkumné aktivity mezi RCPTM a Bio-SPM skupinou budou věnovány pokročilé charakterizaci hybridních nanostruktur pomocí pokročilých AFM a STM technik.

3.4.6 Přínosy projektu

3.4.6.1 *Nevyčísitelné přínosy v příslušných oblastech témat projektu*

Realizace tohoto projektu jistě přispěje k efektivnímu využití výzkumné infrastruktury vybudované v RCPTM v rámci OP VaVpI programu a jiných národních a mezinárodních projektů. V současné době RCPTM disponuje pravděpodobně nejsilnější infrastrukturou v oblastech materiálového a nanomateriálového výzkumu v České republice a je rovněž dobře vnímána i na mezinárodní úrovni. Výsledkem tohoto projektu se míra internacionalizace RCPTM dále zvýší, instrumentální park RCPTM bude výrazně rozšířen a kompletován o nové a specifické přístroje a zařízení a vazby RCPTM s mezinárodními vědeckými sítěmi a konsorcií budou více utuženy. To nabídne nové příležitosti pro studenty a mladé výzkumníky započít jejich vědecké kariéry pod odborným dohledem předních světových i tuzemských výzkumníků v dané oblasti, což jistě urychlí jejich budoucí schopnosti žádat o granty typu ERC Junior nebo ERC Consolidator a kariérní růst všech pracovníků RCPTM. RCPTM samotné, jako jedna z nejvýkonnějších vědeckých institucí v České republice, bude posíleno podporou projektu směrem k předním evropským centrům v oblasti nanomateriálového výzkumu.

Pokud jde o lidské zdroje, ustanovení nové skupiny jistě zvedne kvalitu lidských zdrojů v RCPTM. Oznámení o nových pozicích spustilo lavinu žádostí z celého světa (USA, Německo, Čína, Indie, Singapur). Je zde rovněž mnoho výhod vyplývajících z řešení problematiky projektu. Projekt s ohledem na jeho vědeckého zaměření má vliv i na udržitelný rozvoj. Důraz bude kladen na udržitelný rozvoj a rovnováhu mezi hospodářskými, environmentálními a sociálními aspekty společnosti v průběhu realizace projektu. Náš projekt garantuje pokrok, který splňuje potřeby společnosti a její aktuální vědecké podmínky bez omezení spokojenosti a potřeb budoucí generace. Projekt pomáhá k uspokojení potřeb budoucích generací, aniž by musely nést nedostatky ve vzdělávání předchozích generací. Předkládaný projekt má pozitivní vliv na indikátory environmentálního pilíře udržitelného rozvoje v České republice uvedeného výše.

Projekt, včetně projektových vykonavatelů, považuje udržitelný rozvoj jako odhodlání k integraci ekonomických, ekologických a sociálních problémů na všech úrovních plánování, denního rozhodování a obvyklých činností. Všechny naše akce mají za cíl informovat o všech činnostech směrem k udržitelnému rozvoji a zároveň sledovat zmíněné cíle v našich aktivitách.

V neposlední řadě bude mít projekt za následek zvýšení konkurenceschopnosti České republiky v oblasti materiálového výzkumu. Dlouhodobý prvotřídní výzkum přináší do České republiky i potenciální investory k novým technologiím a jiných činnostem výzkumu a vývoje. Z tohoto pohledu budou výsledky projektu široce propagovány a šířeny po celém světě, a to nejen pomocí odborných publikací, ale také prostřednictvím účasti na konferencích a seminářích, které se zabývají tématem navrhovaného projektu. Druhý aspekt dlouhodobé excelence je zapojení mladé generace studentů do

projektu prostřednictvím různých popularizačních aktivit (např. <http://www.pevnostpoznani.cz/>), což povede k vybudování personální základny budoucích pokračovatelů excelentního výzkumu.

3.5 Výzkumná agenda

3.5.1 Současný stav výzkumu v řešené oblasti

3.5.1.1 Aktuální výzkumné aktivity v ČR a zahraničí

Tento projekt respektuje současnou úroveň poznání v dané vědní oblasti. Zatímco zahraniční laboratoře obvykle pracují pouze s některými výše uvedenými přístupy (nebo vyvíjí zcela nové materiály), nově vytvořený tým odborníků v rámci tohoto výzkumného programu pokryje celé toto portfolio a bude těžit z kombinace nejslibnějších strategií. Dvě nejvýznamnější evropské skupiny působící v této oblasti (skupina prof. Schmukiho v Erlangenu a skupina kolem prof. Grätzela v EPFL Lausanne jsou aktivně zapojeny do předkládaného projektu). Ačkoli jsou PEC procesy celosvětově považovány za významnou budoucí technologickou strategii vedoucí k produkci obnovitelné energie, v kontextu České republiky se jedná o problematiku doposud nedostatečně studovanou, jak ukazuje omezený počet uvedených vědeckých článků, které byly nadto publikovány autory i tohoto výzkumného projektu. Problematika, která je nejbližší zaměření projektu, je oblast barvivem senzitivovaných solárních článků, řešená na světové úrovni skupinou prof. Kavana na Heyrovského ústavu fyzikální chemie AVČR.

5.2. Cíle

3.5.1.2 Specifikace konkrétních výzkumných cílů projektu

Cíle projektu jsou detailně uvedeny níže s ohledem na tzv. pracovní balíčky (angl. work package WP).

WP1 – Syntéza centrálních polovodičových (CS) fotoelektrod

1) Studium a popis vhodných depozičních podmínek magnetronového naprašování (MN): *i*) příprava výchozích PEC aktivních 2D nanokrystalických CS fotoelektrod (TiO_2 , $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$, WO_3 , ZnO , atd.); *ii*) zabudování dopantů a zejména duálních donor-akceptor ko-dopantů do CS. *iii*) určení nejefektivnějšího typu dopantu a kombinace/ duálních donor-akceptor ko-dopantů a jejich koncentrace v CS; *iv*) kontrolované nano-fazetování deponovaných 2D CS filmů; *v*) depozice filmů kovů nebo kovových slitin s tloušťkou až do 10 μm .

2) Studium a popis vhodných podmínek elektrochemické anodizace kovových a slitinových tenkých vrstev deponovaných na FTO substrátech nebo odpovídajících pleších, k přípravě samoorganizovaných, vysoce uspořádaných vrstev nanotub CS.

3) Nalezení vhodných podmínek (chemické prekurzory, délka a teplota reakce, katalyzátory) pro depozici PEC aktivních CS vrstev ve formě 1D nanotyčí a nanovláken pomocí hydrotermálních metod.

4) Stanovení nejvhodnějšího experimentálního protokolu pokročilé termální úpravy CS (termální hydrogenace a nitridace – příprava tzv. “černého TiO_2 ” pro fotoelektrody) a úpravy CS prostřednictvím vysokoenergetických protonů (příprava tzv. vnitřních ko-katalytických center).

WP2 - Modifikace CS za účelem řešení hlavních nedostatků omezujících PEC účinnost

5) Identifikace vhodným podmínkách (MN) pro přípravu dvouvrstvých hybridních nanostrukturovaných (HNS) elektrod (2D CS/hetero-partner nebo 1D CS/ hetero-partner) ke zlepšení dynamiky fotogenerovaných nábojů (hetero-přechod vlivem vhodné polohy energetických hladin), separaci e^-/h^+

6) Studium sekvenčního hydrotermálního procesu pro přípravu 1D nanostruktur CS, větvených heterogenním partnerem do formy HNS fotoelektrod (např. TiO_2 NT / $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$).

7) Příprava PEC aktivních tenkých vrstev s metastabilní strukturou (např. pseudobrookite Fe_2TiO_5) pomocí reaktivního magnetronového naprašování z více terčů. Příprava HNS fotoelektrod na bázi CS kombinovaných s tenkými filmy Fe_2TiO_5 připravených MN.

8) Identifikace vhodných syntetických postupů pro přípravu derivátu grafenu a jejich funkční kombinace/ukotvení k CS (zlepšení přenosu náboje mezi CS a daného alotropu grafenu).

9) Syntéza (MN, chemické metody) nanočástic vykazujících plazmonický efekt. Zabudování těchto nanočástic do CS pro zvýšení optické absorpce ve viditelné části světelného spektra.

10) Syntéza různým způsobem dopovaných a funkcionalizovaných uhlíkových teček a jejich zabudování do CS pro jejich optickou senzitivaci.

11) Syntéza různých verzí ko-katalyzátorů na bázi pokročilých „core-shell“ nanostruktur a jejich silné navázání na povrch CS.

12) Syntéza ko-katalyzátorů na bázi tzv. MOF s centrálním atomem kovu (Co, Ru, atd.) vykazující katalytický efekt vůči OER. Zachycení 2D verze těchto MOF k povrchu CS.

WP3 – Rychlé testování fotoelektrochemických vlastností

13) Návrh a optimalizace nového PEC zařízení pro rychlé testování a pokročilé 3D mapování fotoproudů. Metoda je založená na rastrování povrchu vzorků CS a HNS laserem.

WP4 - Pokročilé fyzikální a PEC charakterizace nejslibnějších hybridních nanostruktur

14) Výzkum fyzikálně-chemických vlastností a fotoindukované účinnosti CS a HNS prostřednictvím různých pokročilých charakterizačních metod a řady (foto)-elektrochemických metod.

WP5 - Rozšíření měřítka nejslibnějších hybridních nanostruktur

15) Rozšíření měřítka – plochy až na 10 x 10 cm u neaktivnějších HNS fotoelektrod.

3.5.1.3 Rozdělení výzkumných aktivit mezi žadatele a partnera projektu, zapojení strategického zahraničního spolupracujícího subjektu

Do projektu bude zapojeno 5 strategických zahraničních spolupracujících subjektů - SZSS, níže jsou uvedeny jejich předpokládané vědecké aktivity:

- Různé typy pokročilých PEC měření (např. transmisní spektroskopie) a výzkum zabývající se zabudováním HNS do systému tzv. tandemových cel, pro neasistované solární štěpení vody budou prováděny ve spolupráci s Prof. K. Sivulou (EPFL, Švýcarsko).
- Experimenty spojené se syntézou dopovaných a funkcionalizovaných uhlíkových kvantových teček (CDs) budou prováděny ve spolupráci s prof. EP Giannelisem (Cornell University, USA).
- Pokročilé ko-katalytické nanočástice budou syntetizovány, zabudovány do HNS a následně budou studovány jejich strukturní a funkční vlastnosti ve spolupráci s prof. FX. Felpinem (Université de Nantes, Francie).
- Syntéza pokročilých derivátů grafenu, jejich zapojení do HNS a studium jejich vlastností bude prováděno ve spolupráci se skupinou prof. KS. Kima (UNIST, Jižní Korea)
- Pokročilá povrchová a mikroskopická charakterizace (AFM, UHV-STM) CS a HNS fotoelektrod bude studována ve spolupráci s Prof. M. Dongem (iNANO, Aarhus University, Dánsko).

3.5.2 Komplementarita a tematický soulad se stávajícími výzkumnými aktivitami

3.5.2.1 Popis komplementarity a tematického souladu výzkumných záměrů agendy se stávajícími výzkumnými aktivitami centra

Současné výzkumné aktivity v rámci RCPTM jsou rozděleny do 7 vědeckých skupin (viz. specifikace v 3.3.2.1). Nově vytvořená “Fotoelektrochemická skupina” pod vedením Prof. Schmukiho bude úzce spolupracovat s ostatními skupinami, se kterými se bude vhodně synergicky doplňovat, zejména co se týká vědeckých znalostí, studovaných materiálů a analytických technik.

Níže je uvedeno shrnutí, jakým způsobem bude Fotoelektrochemická skupina (PG) spolupracovat se stávajícími skupinami v rámci RCPTM:

i) PG bude pravidelně využívat unikátní techniky HiPIMS (druh magnetronového naprašování) spadající do Skupiny 4 (Pokročilé optické a fotonické technologie).

Ref.: Kment, S.; Schmuki, P.; Zboril, R. et al. Photoanodes with fully controllable texture: the enhanced water splitting efficiency of thin hematite films exhibiting solely (110) crystal orientation. *ACS Nano* **2015**, *9*, 7113.

ii) V oblasti grafenu a uhlíkových teček, které budou použity ke konstrukci HNS fotoelektrod s cílem navýšení jejich účinnosti, bude PG využívat dlouholetých zkušeností Skupiny 2 (Uhlíkové nanostruktury) s jejich syntézou a charakterizací.

Ref.: Georgakilas, V.; Otyepka, M.; Zboril, R. et al. Functionalization of graphene: covalent and non-covalent approaches, derivatives and applications. *Chem. Rev.* **2012**, *112*, 5156.

iii) Core-shell nanočástice a nanočástice vzácných kovů zamýšlené jako kokatalyzátory/kosensitizátory budou syntetizovány a společně studovány se Skupinou 5 (Nanomateriály v biomedicině) a Skupinou 7 (Environmentální nanotechnologie), které mají dlouholeté zkušenosti se syntézou nanočástic vzácných kovů a core-shell struktur a jejich elektrochemickými, elektrokatalytickými a senzorickými aplikacemi.

Ref.: Gawande, M. B.; Goswami, A.; Zboril, R. et al. Core-shell nanoparticles: synthesis and applications in catalysis and electrocatalysis. *Chem. Soc. Rev.* **2015**, *44*, 7540.

iv) V oblasti syntézy centrálních polovodičů (α -Fe₂O₃, TiO₂), bude PG těžit z dlouhodobých zkušeností Skupiny 1 (Magnetické nanočástice, Nanostruktury kovových oxidů) s kontrolovanou syntézou těchto nanostrukturálních systémů včetně jejich komplexní charakterizace a aplikací při katalýze/fotokatalýze.

Ref.: Tucek, J.; Kemp, K. C.; Zboril, R. et al. Iron-Oxide-Supported Nanocarbon in Lithium-Ion Batteries, Medical, Catalytic, and Environmental Applications. *ACS Nano* **2014**, *8*, 7571.

v) PG bude využívat unikátních zařízení a zkušeností členů všech ostatních skupin pro komplexní chemickou, strukturní a povrchovou analýzu fotoelektrod (ve formě tenkých vrstev i hybridních nanostruktur), např. Mössbauerova spektroskopie konverzních elektronů, XPS a Elektrochemická spektroskopie (Skupina 6 – Nanotechnologie v analytické chemii), a Rtg. práškový difraktometr a systém pro měření fyzikálních vlastností (Skupina 3 - Biologicky aktivní komplexy a molekulární magnety).

3.5.3 Výstupy a výsledky

3.5.3.1 Popis výstupů projektu a milníků jejich dosažení v době realizace a udržitelnosti

- ✓ Vytvoření nové výzkumné skupiny – obsazení 6 nových Ph.D. pozic 2017/II
- ✓ Vytvoření organizované, navzájem kooperující, výzkumné sítě v souladu se seznamem pracovišť uvedeným v Dohodou o spolupráci (probíhá již nyní) 2017/II
- ✓ Plně vybavená nová (foto)elektrochemická laboratoř v souladu se seznamem Nově pořizovaných přístrojů (viz. 5.6.2) včetně nového PEC systému pro rychlý screening (WP3) 2017/IV
- ✓ Nejméně 4 Ph.D. studenti pracující na projektu 2018/IV
- ✓ Nové grantové přihlášky na bázi mezinárodní spolupráce 2018/IV

3.5.3.2 Popis výsledků projektu a milníků jejich dosažení v době realizace a udržitelnosti

WP1 - Syntéza centrální polovodičových (CS) fotoelektrod (WP1)

- ✓ Pravidelná a opakovatelná plazmová depozice kovových a slitinových výchozích tenkých vrstev na FTO substrátu 2017/III
- ✓ Pravidelná a opakovatelná plazmová depozice PEC aktivních 2D CS nanokrystalických tenkých vrstev (TiO₂, Fe₂O₃, ZnO, WO₃, BiVO₄) 2017/IV
- ✓ Pravidelná a opakovatelná elektrochemická anodizace kovových a slitinových vrstev určených pro růst 1D nanotububových fotoelektrod, stanovení nejlepší kombinace z hlediska PEC aktivity 2017/IV
- ✓ Pravidelná a spolehlivá produkce 1D (nanotyče, nanovlákna) CS fotoelektrod pomocí hydrotermálních metod 2017/IV
- ✓ Určení nejvhodnějších podmínek pro termální úpravy (vodíkové a dusíkové atmosféře, v mikrovlnném poli) 2018/I
- ✓ Dopované verze CS fotoelektrod – stanovení nejaktivnější kombinace donor-akceptor ko-dopantů s ohledem k co nejvyšší PEC aktivitě 2018/III
- ✓ Úprava nejslibnějších CSs fotoelektrod pomocí vysokoenergetických protonů 2019/II
- ✓ 2D nanokrystalické vrstvy CS (TiO₂, Fe₂O₃, WO₃) s kontrolovanou krystalovou strukturou na povrchu („nano-faceting“), teoretický popis role tohoto jevu na PEC funkcionalitu 2019/III

WP2 - Řešení hlavních nedostatků omezujících PEC účinnost – příprava HNS

- ✓ Pravidelná a reprodukovatelná elektrochemická anodizace kovových vrstev a kovových plechů, stanovení nejlepších experimentálních podmínek 2018/II

- ✓ Elektrochemická anodizace slitinových vrstev, stanovení nejvhodnějšího dopantu a jeho koncentrace pro 1D fotoelektrody z hlediska PEC aktivity 2018/IV
 - ✓ Sekvenční hydrotermální depozice CS – depozice rozvětvených HNS, stanovení nejvíce PEC aktivních kombinací heteropartnerů 2019/II
 - ✓ Pravidelná a reprodukovatelná plazmatická depozice (HiPIMS) dvouvrstvých fotoelektrod a HNS na bázi 1D CS/HiPIMS depozice nanokrystalického partnera, určení nejslibnějších kombinací 2020/II
 - ✓ Reaktivní magnetronové naprašování PEC aktivních Fe_2TiO_5 tenkých vrstev, stanovení PEC vlastností a nejvhodnější tloušťky 2020/III
 - ✓ Plazmatická depozice Fe_2TiO_5 tenkých vrstev na povrchu 1D a 2D CS fotoelektrod, stanovení nejaktivnější kombinace a teoretický popis heteropřechodu na rozhraní mezi partnery 2021/I
 - ✓ Syntéza různých derivátů grafenu a jejich kombinace s CS, stanovení PEC nejaktivnějšího derivátu grafenu (ve vztahu k PEC) a formy navázání 2021/II
 - ✓ Syntéza různě dopovaných a funkcionalizovaných verzí uhlíkových teček, jejich kombinace s CSs, identifikace nejaktivnější HNS 2021/III
 - ✓ Syntéza různých kombinací OER kokatalyzátorů založených na konceptu „core-shell“, identifikace nejaktivnějšího typu a formy navázání na CSs 2022/I
 - ✓ Syntéza různých typů MOF a OER kokatalyzátorů, stanovení nejaktivnějšího exfoliovaného typu MOF a formy připojení k CSs 2022/I
- WP5 - Rozšíření měřítka nejslibnějších hybridních nanostruktur**
- ✓ Návrh a konstrukce PEC zařízení pro testování velkých vzorků 2021/IV
 - ✓ Nejslibnější HNS na bázi 2D a 1D anodizovaných elektrod budou připraveny v rozměrech 5x5 cm a 10x10 cm a bude testována jejich PEC aktivita 2022/III
- Období udržitelnosti**
- ✓ Kombinace výše uvedených HNS s využitím získaných znalostí 2023/IV
 - ✓ HNS využívající tenké vrstvy dichalkogenidů přechodných kovů (TMDs) – MoS_2 , TiS_2 , WS_2 2024/IV
 - ✓ Využití nejaktivnějších HNS pro přímé solární štěpení vody na konceptu tandemových cel 2025/IV
 - ✓ CO_2 redukce s využitím aktivního HNS 2026/IV

I, II, III, IV označují čtvrtletí (3 měsíce) jednolivých roků

3.5.3.3 Indikátory projektu

V průběhu realizace projektu plánujeme zapojení 7FTE nových pracovníků, kteří budou zapojeni do projektu v průběhu startu projektu. Na projektu bude po celou dobu projektu pracovat 13 FTE vědeckých výzkumných pracovníků. V průběhu projektu dojde k rozšíření výzkumné infrastruktury a to konkrétně dobudováním fotoelektrochemické laboratoře v budově Regionálního centra pokročilých technologií a materiálů. K této modernizaci dojde nákupem investičních celků v podobě instrumentálního vybavení v roce 2017. V průběhu realizace projektu se předpokládá, že některý z výzkumných pracovníků vědeckého týmu buď uspěje v ERC grantech, nebo se během realizace projektu podaří zapojit do dvou konzorcií vstupujících do mezinárodních projektů. Odborný tým projektu je budován excelentními vědeckými pracovníky, jež budou v součtu schopni publikovat 15 prací ročně i díky zapojení zahraničních partnerských pracovišť. Z tohoto zapojení vychází i odhadovaný podíl domácích a zahraničních spoluautorů. V průběhu projektu nepočítáme s udělením mezinárodního patentu.

Tabulka 1: Indikátory projektu

Název indikátoru/kód	Konec realizace	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Počet nových výzkumných pracovníků v podporovaných subjektech (CO24)	6,5	0	6,5	0	0	0	0	0	0
Počet výzkumných pracovníků, kteří pracují v modernizovaných výzkumných infrastrukturách (CO25)	12,5		4,17	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	8,33
Počet nově vybudovaných, rozšířených či modernizovaných výzkumných infrastruktur a center excelence (2 40 00)	1			1					
Počet účastí podpořených výzkumných týmů realizovaných v programech mezinárodní spolupráce (2 03 12)	2						1		1
Podíl odborných publikací (vybrané typy dokumentů) ve spoluautorství domácích a zahraničních výzkumníků (2 02 14)	66,666		60,000	66,666	66,666	66,666	66,666	66,666	70,000
Odborné publikace (vybrané typy dokumentů) vytvořené podpořenými subjekty (2 02 11)	90		5	15	15	15	15	15	10
Odborné publikace (vybrané typy dokumentů) se zahraničním spoluautorstvím vytvořené podpořenými subjekty (2 02 16)	60		3	10	10	10	10	10	7
Mezinárodní patentové přihlášky (PCT) vytvořené podpořenými subjekty (2 20 11)	0								

3.5.4 Přístrojové a materiálně-technické vybavení

3.5.4.1 Zapojení stávající infrastruktury do realizace výzkumné agendy

Projekt Pokročilé hybridní nanostruktury pro obnovitelnou energii bude realizován v centrální budově na ulici Šlechtitelů 27, která je hlavní infrastrukturní částí Regionálního centra pokročilých technologií a materiálů (RCPTM). Nejméně 4-5 kanceláří pro nově zaměstnané vědecké pracovníky pracující na projektu budou k dispozici. Část administrativní infrastruktury RCPTM bude vyčleněna výhradně pro agendu projektu. Vědečtí pracovníci budou využívat prostornou laboratoř, která je již nyní alokována pro vznik nové výzkumné skupiny a také budou plně využívat zařízení Syntetické laboratoře, Laboratoře povrchových vlastností materiálů, Laboratoře spektroskopických metod, Laboratoře RTG technik, Laboratoře mikroskopických technik, Katalytické/elektrochemické laboratoře a Laboratoře technik pro analýzy ve vnějších magnetických polích.

3.5.5 Nové přístrojové a materiálně-technické vybavení nezbytné pro realizaci projektu

Pracoviště, ve kterém bude projekt realizován, je jedním z nejlépe vybavených center v oblasti materiálového, chemického a optického výzkumu v regionu centrální Evropy. Ve srovnání s klíčovými mimoevropskými pracovišti je plně konkurenceschopné. Pro dosažení cílů projektu bude část rozpočtu použita na nákup specializovaných přístrojů. Seznam klíčových investic je uveden níže, spolu s krátkým komentářem; všechna zařízení budou instalována v prostorách budovy RCPTM, kde je alokována pro tyto účely speciální laboratoř:

1) Keyence 3D laserový skenovací mikroskop - Rychlý PEC screening (166.000 EUR)

Systém se skládá s 3D laserového konfokálního mikroskopu vybaveného XY motorizovaným stolcem umožňujícím rastrování povrchu vzorku (ponořeného v elektrolytu) pro rychlé získání „fotoproudové mapy“. Lokální fotoindukovaná odezva všech struktur bude určována pomocí tohoto laserového mikroskopu s laterálním rozlišením 1,5 μm . Měření budou prováděna v elektrochemické cele a fotoelektrochemická charakteristika bude odečtena vždy s ohledem na konkrétní místo/bod. Tato velmi rychlá metoda umožní přímo odhadnout nevhodnější složení fotoelektrod ve smyslu PEC aktivity. Navíc umožní rychlou zpětnou vazbu, jestli provedené změny vedou ke zlepšení PEC aktivity nebo naopak umožní včas rozeznat nevhodné směry, čímž bude významně ušetřen experimentální čas a zejména finanční prostředky. Systém bude používán pravidelně.

2) Zahner CIMPS-QE/IPCE3 – Photoelectrochemistry workstation (56.000 EUR)

Tento komplexní a kompaktní systém zahrnuje Zenium fotoelektrochemickou stanicí (potentiostat, světelný zdroj, CIMPS software), PEC celu a dodatečný DUV světelný zdroj (265 nm). Tento výzkumný PEC systém je nezbytný pro zkoumání dynamiky fotogenerovaného náboje jakožto jednoho z hlavních parametrů určujícího celkovou PEC aktivitu připravovaných fotoelektrod. Systém bude pravidelně využíván.

IMPS (Intensity-modulated photocurrent spectroscopy) a IMPV (intensity-modulated photovoltage spectroscopy) budou používány pro studium mechanismu a kinetiky transportu nosičů náboje v připravovaných hybridních nanostrukturách. Obzvláště, prostřednictvím sinusové modulace intensity dopadajícího světla, IMPS umožní měření fotoproudů ve frekvenční oboru (typicky od stovek kHz do desítek MHz), který odpovídá charakteristickým časům (od několika mikrosekund do několika sekund) pro transfer náboje k/od povrchových stavů nebo povrchové rekombinace. Naproti tomu IMVS měření poskytují dodatečnou informaci o vnitřní dynamice nosičů náboje, dávající užitečné informace o průměrné efektivní délce života fotogenerovaných elektronů a o rekombinanční dynamice elektron-díra za podmínek potenciálu otevřeného obvodu. Kromě toho tento systém umožňuje měření další PEC charakteristiky, jako jsou IPCE („incident photon to current efficiency“), fotogenerovaných transienčních stavů, voltametrie, atd.

3) Shimadzu GCMS-QP2010 SEchromatograph (67.000 EUR)

Množství vodíku (H_2) produkovaného při osvětlení a akumulovaného ve fotoreaktoru bude určováno online, prostřednictvím vzorkování vyvíjených plynů a injektáže známého objemu do plynového chromatografu s hmotnostním detektorem. Dusík bude sloužit jako nosný plyn. Zařízení je nezbytné pro realizaci projektu. Budou určovány hodnoty reálné produkce vodíku při procesech PEC štěpení vody a dále základní charakteristiky reakce jako Faradayova účinnost a parametr STH („solar-to-hydrogen efficiency“). Tyto parametry jsou důležité pro komplexní fotoelektrochemické posouzení

kvality připravovaných fotoelektrod a hybridních nanostrukturních systémů. Toto zařízení bude využíváno pravidelně.

4) Glove box – Mbraun (26.000 EUR)

Systém bude pravidelně používán pro chemickou syntézu, elektrochemickou anodizaci a PEC experimenty (fotoproudy, IPCE atd.), které vyžadují inertní atmosféru, a zároveň v případech, kdy je potřeba kontrolovat vlhkost a množství kyslíku v okolní atmosféry.

5) Ion Chromatograph – Metrohm 2x (celková cena 82.000 EUR)

Zařízení je důležité pro elektrochemické experimenty. Ionový chromatograf je nezbytný pro stanovení reakčních produktů a meziproductů (nejčastěji iontové částice). Toto zařízení umožní studovat i doprovodné jevy elektrochemických reakcí, kterým je v současné době věnována okrajová pozornost, ale které mohou významně ovlivňovat celkovou účinnost procesu.

6) Potenciostaty a napěťOVÉ ZDROJE: Vysokonapěťový zdroj Jeissle model IMP 88 PC 200 V(19800 EUR); Metrohm - Autolab Potenciosta 302N (15.000 EUR)

Potenciostat bude používán na denní bázi pro běžné elektrochemické a PEC experimenty včetně elektrochemické anodizace a depozice nanočástic, měření PEC volt-ampérové charakteristiky, impedanční spektroskopie, účinnosti PEC štěpení vody, atd. Tento přístroj je nezbytný pro splnění cílů projektu.

7) Zdroje záření: Kimmon UV (He-Cd laser 325 nm) laser (24500 EUR); AM 1.5 G station (Opto Polymer) solární simulátor (13.500 EUR)

Světelné zdroje budou používány pro excitace fotoelektrod v PEC experimentech. AM1.5 emisní spektrum přesně odpovídá slunečnímu spektru a splňuje požadavky kladené na světelné zdroje používané v PEC a PV aplikacích.

3.6 Personální zajištění

3.6.1 Klíčový zahraniční expert

3.6.1.1 Výzkumná činnost Prof. Patrika Schmukiho

Prof. Patrik Schmuki je jedním z průkopníků ve vývoji samoorganizovaných nanotub oxidu titaničitého připravených elektrochemickou anodizací. Jeho laboratoř je celosvětově považována za vedoucí instituci ve vývoji samoorganizovaných nanostruktur, které nacházejí uplatnění v oborech souvisejících s energetikou (především fotoelektrochemie a solární články). Anodizace je jednoduchá, ale vysoce efektivní technika, jejíž pomocí lze z kovových substrátů připravit velmi dobře definované, samoorganizované nanostruktury oxidů kovů. Mezinárodně je vedoucí pozice skupiny Prof. Schmukiho v tomto oboru patrná z vysokého počtu vědeckých prací publikovaných v posledních 10 letech, především na téma TiO₂ nanotub a jiných podobných samoorganizovaných oxidických vrstev (více než 350 publikací). Práce Prof. Schmukiho zahrnuje více než 500 publikací (s 25000 citacemi), jeho h-index je 80. Prof. Schmuki je nepochybně jednou z vůdčích osobností v oboru elektrochemie a materiálových věd. Podle výsledků agentury Thomson Reuters patřil v letech 2013 a 2015 mezi nejvíce citované světové vědce. Prof. Schmukimu byl také v nedávné době udělen jeden z nejprestižnějších grantů, *ERC Advanced Investigators Grant* (ERC-AdG).

Zvané přednášky: >50, např.:

ICASS 2015, Shanghai (Čína) – 1st International Conference on Applied Surface Science, “Self-organizing electrochemistry: Formation and Functional Features of TiO₂ nanotube arrays” – *plenární přednáška*; TO-BE Spring Meeting 2015, Aveiro (Portugalsko) – Towards Oxide-Based Electronics, “Anodic growth and use of highly aligned metal-oxide nanostructures” – *plenární přednáška*; ISE 2014, Lausanne (Švýcarsko) – 65th Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry, “We like it orderly – Anodic growth and use of highly aligned metal-oxide nanostructures” – *plenární přednáška*.

Vědecká ocenění:

ERC Advanced Grant, 2013; Thompson Highly Cited Researcher, 2013 - 2015; Reinhart Koselleck Project (DFG), 2010; Fellow of the International Society of Electrochemistry, 2013; Fellow of the Royal Society of Chemistry, 2012; Electrochemical Society H.H. Uhlig Award, 2011; Fellow of the Electrochemical Society, 2008; Volta Award of the Electrochemical Society, 2008.

Členství v organizačních výborech mezinárodních konferencí:

- Chair of the 5th Kurt Schwabe Symposium (From Corrosion to Semiconductors), Erlangen, 2009
- Fall and Spring Meetings of the Electrochemical Society, since 1997 (různá místa v Evropě, USA a Kanadě), jedno symposium ročně
- Annual Meetings of the International Society of Electrochemistry
- Porous Semiconductor Science and Technology (PSST), 2008, 2010
- Kyoto-Erlangen Symposium on Advanced Energy and Materials 2009, Erlangen,

Další členství:

Patrik Schmuki je aktivním členem Elektrochemické společnosti (Electrochemical Society, ECS) a Mezinárodní společnosti pro elektrochemii (International Society of Electrochemistry, ISE). V letech 2007-2008 byl členem asociace ředitelů Elektrochemické společnosti. V letech 2010-2011 byl předsedou Nového technologického výboru Elektrochemické společnosti. Prof. Schmuki začínal jako člen Sekce koroze Elektrochemické společnosti (2000-2005), poté se stal místopředsedou této sekce (2005-2006) a nakonec jejím předsedou (2007-2008). V letech 2002-2004 zastával také místo předsedy evropské sekce Elektrochemické společnosti. Od roku 2010 je předsedou Divize 4 v rámci Mezinárodní společnosti pro elektrochemii. V letech 1999-2009 byl členem výkoného výboru Mezinárodní rady pro korozi.

Výuka a vedení studentů a vědeckých pracovníků:

Kvalifikace Patrika Schmukiho a jeho zkušenosti s průpravou a odborným vedením zaujala mnoho studentů z řad doktorandů i post-doktorandů, z nichž některým bylo uděleno prestižní stipendium (např., Marie Curie Action, Alexander von Humboldt Foundation, Japan Society for Promoting Science, Korean Science Foundation). Více než 20 studentů a post-doktorandů, kteří pracovali pod jeho vedením, zastávají nyní stálou vědeckou pozici na různých institutech.

Patenty:

- P. Schmuki, L. E. Erickson and D. J. Lockwood, "A selective electrochemical process to create porous semiconductor nano- and micro-patterns" US patent N° 6.284.671 (2001) and US patent N° 6.518.603 (2003). Canadian patent N° 225 4275 (filed 1998, No. 09/196 641)
- W. Bruenger, A. Spiegel and P. Schmuki, "Methode zur galvanischen Abscheidung von Nanostrukturen auf Halbleiteroberflächen". Deutsche Patentanmeldung 2002, #102 23 200.8.

Spolupráce s průmyslem:

Toyota Europe (funkční povrchy)
Energizer Battery Inc., Westlake (USA)

3.6.2 Relevance výzkumných aktivit Prof. Schmukiho s plánovanými aktivitami tohoto projektu

Výzkum, kterému se Patrik Schmuki věnoval v posledních 5 letech, bude vynikající oporou pro naplnění výzkumných cílů v rámci plánované spolupráce. Kromě samotného vývoje nanotub oxidů kovů a jiných nanostrukturovaných geometrií (dvojitě tuby, membrány, supermřížky), výzkumu v oblasti mechanismu samoorganizování a kromě studia vlastností 1D nanomateriálů, významnou roli představuje také využití těchto nanostruktur v souvislosti s produkcí energie, např. barvivem sensitizované solární články, fotoelektrochemické štěpení vody a oxidace metanolu. Skupina Prof. Schmukiho jako první prezentovala výsledky související s využitím TiO₂ nanotub pro barvivem sensitizované solární články, s přípravou nanotub pokročilých geometrií a také s optimalizací jejich vlastností (délka, průměr a krystalinita). Dále byla vyvinuta nová technika dopování TiO₂ nanotub, která zlepšila transport nosičů náboje. V oblasti výzkumu fotoelektrochemického štěpení vody připravila skupina Prof. Schmukiho Nb/TiO₂ nanotuby se zvýšenou pohyblivostí elektronů a

kokatalyzátor s pevně usazeným Ru zvyšující produkci kyslíku (značně i vodíku) za použití simulovaného slunečního záření. Prostřednictvím tzv. inženýrství defektů byl vyvinut vysoce aktivní fotokatalyzátor pro evoluci H₂, bez nutnosti přítomnosti běžných kokatalyzátorů. Kromě systémů skládajících se převážně z TiO₂ se Prof. Schmuki zaměřuje také na jiné nanostrukturované fotokatalyzátory, např. Fe₂O₃ a Ta₃N₅.

3.6.2.1 Pracovní úvazek Prof. Patrika Schmukiho KFE

Pracovní úvazek KFE na Palackého univerzitě Olomouc byl v období (2009 – 2013) **nulový**. V rámci tohoto projektu (2016 – 2022) bude pracovní úvazek KFE **1**.

3.6.2.2 Motivace k vybudování výzkumného týmu v České republice

Stávající spolupráce mezi českými vědci a Prof. Schmukim je velice úspěšná, což dokazují především společné publikace ve vysoce impaktovaných časopisech (ACS Nano, Appl. Catal. B.-Environ atd.) Filosofie, zkušenosti a cíle obou vědeckých partnerů se shodují a dále se budou rozvíjet především v oblasti výzkumu nových nanostruktur polovodičových materiálů jako obnovitelných zdrojů energie. RCPTM je v ČR vedoucí vědeckou institucí v této oblasti výzkumu, má vynikající vědecké pracovníky a sofistikovanou vědeckou infrastrukturu. Dlouhodobý závazek a efektivní spolupráce mezi RCPTM a Prof. Schmukim povede k podstatnému pokroku a k dalším průlomovým výsledkům na poli energetických aplikací. Prof. Patrik Schmuki je renomovaný a zkušený vědec a bude schopen rozdělit svůj pracovní úvazek a čas mezi dvě výzkumné skupiny (Institute for Surface Science and Corrosion in Erlangen (LKO) a nově vzniklá výzkumná skupina (RCPTM). Výzkumné aktivity Prof. Schmukiho budou definovány pro obě tyto skupiny/pracoviště a jednoznačně rozděleny. Vytvoří se tak silný tandem dvou vzájemně nezávislých ale vysoce komplementárních vědeckých pracovišť. Předpokládá se, že na pracovišti LKO v Erlangenu bude probíhat především výzkum týkající se pokročilé elektrochemické anodizace kovových substrátů (různé typy 1D nanostruktur) a jejich aplikací v oborech DSSC, Li-ion baterií, funkčních membrán, atd. V rámci RCPTM v Olomouci budou adoptovány ideální podmínky elektrochemické anodizace pro vytváření 1D organizovaných nanotub z magnetrony deponovaných vrstev kovů a slitin na FTO substrátech. Dále Prof. Schmuki povede výzkum i jiných nanostruktur, jako jsou 1D nanotyče a 2D nanokrystalické filmy. A především budou vytvářeny hybridní systémy fotoelektrod využívající znalosti a zkušenosti RCPTM v oblastech kvantových teček, derivátů grafenu či core-shell kovových nanostruktur a jiných senzitivátorů pro zvýšení účinnosti PEC procesů. Žádným z těchto směrů se výzkum na pracovišti LKO v současnosti nezabývá.

3.6.3 Výzkumný tým

3.6.3.1 Členové, funkce, vědecká činnost

Vysoce zkušení výzkumníci budou koordinovat a provádět činnosti výše uvedených PB. Vědecký tým se bude sestávat z 12 (FTE) vědců: 6 vědců je již zaměstnáno v RCPTM a budou se podílet na výzkumných aktivitách; 6 nových pozic (NP) bude otevřeno a uchazeči budou vybíráni podle jejich vědecké odbornosti, relevantní k projektu.

1. Magnetronové naprašování

Depozice tenkých filmů z kovových prekurzorů a slitin na FTO substráty. HiPIMS depozice 2D nanokrystalických centrálních polovodičů (CS, z angl. Central Semiconductor); tepelná úprava CS filmů a hierarchických nanostruktur (HNS). Zvětšení měřítka u nejslibnějších plazmatických depozicí. Dr. Štěpán Kment (1 FTE), NP (1 FTE).

2. Elektrochemická anodizace a elektrodepozice:

Elektrochemická anodizace naprašovaných filmů – příprava 1D CS NT. Elektrodepozice nanočástic kokatalyzátoru. Zvětšení měřítka. Dr. Hyangkyu Han (1 FTE), NP (1 FTE)

3. Hydrotermální metoda

Příprava CS 1D nanotyčí (NR) a nanotub (NT). Preparation of CS 1D nanorod and nanotube arrays. Pokročilé systémy NT a NR připravené hydrotermálním procesem. NP (1FTE)

4. Fotoelektrochemická charakterizace (PEC):

IPCE a IMVS-IMPS charakterizace CS a HNS. Účinnost fotoelektrochemického rozkladu vody. Zvětšení měřítka a testování vybraných HNS. Dr. Veronika Urbanová (1FTE), NP (1FTE)

5. Kokatalyzátory:

Syntéza a uchycení kokatalyzátoru s lepší fotoelektrochemickou účinností za použití nanočástic pokročilých vlastností. Dr. Manoj Gawande (1FTE)

6. Grafen:

Syntéza a uchycení derivátů grafenu. Doc. Jiří Tuček (1FTE)

7. Optická sensitizace:

Syntéza a uchycení uhlíkových kvantových teček. Spojení CS s organickými barvivy. Dr. Sergii Kalytchuk (1 FTE)

8. Teoretické kalkulace a modelování: NP (1FTE)

9. Komplexní mikroskopická, strukturní a morfologická analýza fotoanod, kokatalyzátorů, 2D derivátů: NP (1FTE)

3.6.3.2 Výzkumná činnost jednotlivých členů týmu

Dr. Štěpán Kment. Dr. Kment se zabývá plazmatickou depozicí (pulzní a HIPIMS magnetronové naprašování, pulsní naprašování dutou katodou, atmosférické a vakuové PECVD metody) 2D nanokrystalických fotoaktivních tenkých filmů a 1D nanostruktur užívaných pro fotokatalytické, fotovoltaické a fotoelektrochemické aplikace, např. štěpení vody, solární články sensitizované barvivem.

Dr. Hyangkyu Han. Dr. Han se zabývá přípravou 1D nanostruktur, které nacházejí uplatnění v různých oblastech: Li-iontové baterie, Na-iontové baterie, kvantovými tečkami sensitizované solární články, štěpení vody, biosensory.

Dr. Veronika Urbanová. Dr. Urbanová se zabývá vývojem elektrochemických sensorů a biosensorů založených na uhlíkových nanomateriálech, použitím různých materiálů pro palivové články, designem anody a katody, elektroenzymatickými sensory a vývojem makro a mesoporézních elektrod.

Doc. Jiří Tuček. Doc. Tuček se zabývá magnetismem v nanosvětě, magnetickým chováním sloučenin obsahujících železo, ⁵⁷Fe Mössbauerovou spektroskopií a uhlíkovými nanostrukturami.

Dr. Sergii Kalytchuk. Jeho výzkumná činnost zahrnuje optickou spektroskopii, syntézu koloidních polovodičových nanokrystalů, fotovoltaiku, biologicky fluoreskující pásy, sensory, uhlíkové kvantové tečky, II-VI krystaly (CdTe, CdxZn1-xTe, HgxCd1-xTe, ZnSe) pro detekci radiace.

Dr. Manoj Gawande. Mezi jeho výzkumné zájmy patří nanokatalýza, magneticky recyklovatelné nanomateriály, nanokatalyzátory, syntéza nanomateriálů a jejich aplikace v organické transformaci.

3.6.3.3 Workload of team members

Dr. Stepan Kment. Pracovní úvazek (PÚ) v období (2009-2013) = 0, PÚ (2016-2022) = 1

Dr. Hyangkyu Han, PÚ (2009-2013) = 0, PÚ (2016-2022) = 1

Dr. Veronika Urbanova, PÚ (2009-2013) = 0, PÚ (2016-2022) = 1

Assoc. Prof. Jiri Tucek, PÚ (2009-2013) = 1, PÚ (2016-2022) = 1

Dr. Sergii Kalytchuk, PÚ (2009-2013) = 0, PÚ (2016-2022) = 1

Dr. Manoj Gawande, PÚ (2009-2013) = 0, PÚ (2016-2022) = 1

3.6.3.4 Personální rozvoj týmu ve fázi udržitelnosti

RCPTM má dlouhodobé a bohaté zkušenosti s výzkumem na špičkové úrovni a s budováním excelentního vědeckého týmu. V posledních sedmi letech (2008-2015) RCPTM úspěšně vyřešilo pět projektů. Nejreprezentativnějším je projekt podporovaný European Social Fund Research (CZ.1.07/2.3.00/20.0017), díky němuž mohly vzniknout čtyři excelentní vědecké týmy. V dnešní době je projekt ve fázi udržitelnosti a všechny čtyři týmy jsou finančně zcela autonomní. V rámci všech ESF projektů v ČR má výše zmíněný projekt nejvyšší počet vědeckých publikací (178 publikací, 2900 citací, 15 zahraničních partnerů).

Vezmeme-li v úvahu profesionální růst celého vědeckého týmu v rámci předkládaného projektu, očekáváme masivní spolupráci s klíčovými zahraničními partnery. RCPTM má také pro každého zaměstnance kariérní plán, tzn. vědečtí pracovníci na pozici junior, mohou získat pozici senior a mohou také nezávisle žádat o jiné finanční zdroje. Profesionální růst vědeckých pracovníků RCPTM je dále stimulován programem pro Podporu osobního rozvoje v rámci rozvojových programů pro veřejné vysoké školy (podpora habilitačních a profesorských řízení na Univerzitě Palackého

v Olomouci). Očekáváme, že mezinárodní spolupráce a již předchozí vynikající výsledky přinesou hodnotné výstupy ve formě vysokého počtu prestižních vědeckých publikací. RCPTM bude koordinovat mobilitu všech zúčastněných vědeckých pracovníků. Máme také v úmyslu intenzivně využívat možnosti výměny a pracovních pobytů českých vědců na jmenovaných zahraničních pracovištích.

3.6.4 Začlenění nové výzkumné skupiny do organizační struktury centra

3.6.4.1 Plán začlenění skupiny do struktury centra

RCPTM má funkční organizační strukturu, vyvinutou na základě mezinárodních zkušeností. RCPTM je centrální jednotkou Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci, má 7 pracovních skupin a každá skupina má svého vedoucího (www.rcptm.com). V případě úspěšného přijetí předkládaného projektu, bude Prof. Patrik Schmuki ustanoven vedoucím nové skupiny (č. 8), který je přímo podřízený generálnímu řediteli RCPTM, jak je vidět na Obr. 8.

Pokud se Prof. Patrik Schmuki stane vedoucím nově vzniklé skupiny, bude mít stejná práva a také stejné povinnosti jako vedoucí ostatních skupin, č. 1-7. Bude mít volný přístup k veškerému vybavení celé univerzity, přírodovědecké fakulty i RCPTM. Jako vedoucí vědecký pracovník, bude mít na starosti koordinaci veřejných zakázek ve spolupráci s Oddělením veřejných zakázek, díky kterým bude možný nákup nového zařízení. Vezmeme-li v úvahu vysoké pracovní vytížení spojené s touto administrativou, Prof. Schmuki bude mít k dispozici také Oddělení pro grantovou strategii RCPTM. Toto oddělení má bohaté zkušenosti v oblasti veřejných zakázek, národních i mezinárodních projektů. Náplň práce Prof. Schmukiho bude spočívat především ve vedení nově vzniklého týmu a v kontrole a vyhodnocování výsledků. Prof. Schmuki bude mít se svým týmem pravidelné schůzky, alespoň jednou měsíčně, a pravidelně bude podávat zprávu generálnímu řediteli RCPTM o pokrocích ve výzkumu. Prof. Schmuki se bude aktivně účastnit výročních konferencí RCPTM a také schůzek vědecké rady. Výstupy nově vzniklé skupiny budou hodnoceny vědeckým ředitelem RCPTM a jeho týmem, který bude o výsledcích informovat generálního ředitele RCPTM. RCPTM má svůj vlastní systém hodnocení a také bonusový systém pro vynikající vědecké pracovníky, který je součástí kariérního plánu.

Systém kariérního růstu Centra byl vytvořen během realizační fáze projektu OP RDI. Systém definuje vědecké pozice Centra a pravidla pro výběr kvalifikovaných kandidátů. Nezbytnou součástí kariérního plánu jsou pravidelné vědecké atestace, ve kterých vědečtí pracovníci předkládají ke kontrole své výstupy a na základě kterých je možný kariérní posun v rámci Centra.

Hlavním cílem bonusového systému Centra je motivace vědeckých pracovníků. Zaměstnanci jsou motivováni k dosahování kvalitních vědeckých výsledků tak, aby celé Centrum stále budovalo a zvyšovalo svou reputaci v ČR i zahraničí. RCPTM má snahu vytvořit takový vědecký tým, ve kterém budou rovnoměrně zastoupeni vědečtí pracovníci různého věku, kvalifikace (senior vědečtí pracovníci, junior vědečtí pracovníci, Ph.D. studenti), pohlaví i národnosti.

Prof. Patrik Schmuki se bude účastnit pravidelných porad vedení, většinou jednou za měsíc. Náplň těchto porad jsou diskuse s vedením centra o výsledcích jednotlivých skupin získaných v poslední době, debaty o budoucích projektech a grantech, které by mohly být pro centrum zajímavé, spolupráce mezi skupinami a v neposlední řadě také administrativní otázky. Během těchto porad bude Prof. Schmuki informovat účastníky o nových výsledcích spolupráce, zamýšlených projektech a činnostech. Očekává se, že na konci plánovaného projektu, bude skupina samostatně pracující, nezávislá a bude mít vlastní zdroje financí.

V rámci předkládaného projektu by mělo také dojít k personálnímu rozšíření vědecké rady o pět nových členů, kteří budou zastupovat jednotlivé zahraniční partnery. Jako externí členové rady, budou mít možnost účastnit se výročních konferencí RCPTM, kde budou prezentovány nejlepší výsledky jednotlivých výzkumných skupin. Vedoucí příslušné skupiny většinou vybere 3-5 zástupců, kteří na konferenci prezentují své výsledky. Tento výběr bude také spadat do kompetencí Prof. Schmukiho, stejně jako zodpovědnost za předkládané výsledky.

Jelikož bude nezbytné přijmout šest nových vědeckých pracovníků, RCPTM již teď otevřelo výběrové řízení na nové pozice v délce trvání šesti měsíců. Prof. Patrik Schmuki, společně s generálním ředitelem RCPTM a vědeckým ředitelem RCPTM, již nyní procházejí přijaté životopisy a vybírají vhodné kandidáty. Výběrové řízení bude trvat do konce května 2016. Vybraní kandidáti

budou pozváni k osobnímu pohovoru (v případě zahraničních žadatelů k on-line rozhovoru) a na začátku předkládaného projektu se připojí k výzkumnému týmu. Výše zmíněné volné pozice jsou uvedeny na webových stránkách RCPTM (www.rcptm.com) a také na webových stránkách portálů Euraxess a Naturejobs (www.euraxess.com, www.naturejobs.com).

3.7 Technická realizace

3.7.1 Infrastrukturní základna

3.7.1.1 Prostory a pracoviště

Projekt bude řešen na třech různých úrovních. Organizace a všechny správní aspekty projektu budou řešeny na úrovni manažerských a správních kanceláří v RCPTM. RCPTM má vlastní administrativní oddělení. RCPTM je již nyní připraveno pro všech 6 nových zaměstnanců projektu. Budou sdílet kanceláře spolu s výzkumníky RCPTM, kteří jsou plánováni k přesunu do nově vzniklé fotoelektrochemické skupiny. Celkem 1/2 kanceláře je vyhrazena pro prof. Patrika Schmukiho a 5 standardních kanceláří bude použito pro účely daného projektu. Pro účely výzkumné činnosti existuje jedna specializovaná laboratoř, která je 100% k dispozici pro řešení projektu. Tato laboratoř se nazývá „Fotoelektrochemická laboratoř“ a je umístěna v hlavní budově RCPTM.

3.7.1.2 Technická způsobilost k realizaci výzkumné agendy k datu ukončení fyzické realizace projektu

Budova RCPTM je v plně provozuschopném stavu a je připravena pro úspěšné řešení navrhovaného projektu. Budova byla oficiálně schválena v roce 2013. Veškeré stávající zařízení a přístroje jsou plně ve vlastnictví Univerzity Palackého v Olomouci a jsou plně v provozu.

3.7.2 Plán a harmonogram

3.7.2.1 Výběrová řízení na nákup přístrojového vybavení

V případě úspěšné evaluace projektu počítáme s dobudováním nově vzniklé laboratoře, která je speciálně vyhrazena pro účely řešení projektu. Tato fotoelektrochemická laboratoř bude dovybavena několika investičními celky v podobě instrumentálních technik. Seznam vybavení s pořizovací cenou vyšší než 1 mil. Kč je uveden v Tabulce 2.:

Tabulka 2. Tabulka nákladů na přístrojové a materiálně-technické vybavení s pořizovací cenou vyšší než 1 mil. Kč.

Investiční celek	Cena bez DPH (v tis. Kč)
Fotoelektrochemická stanice	1 500,00
Plynový chromatograf s hmotnostním spektrometrem	1 800,00
Iontový chromatograf	2 200,00
Rastrovací fotoelektrochemická stanice	4 482,00

Indikativní cenové nabídky pro přístroje specifikované v této sekci byly ověřeny u výrobců. Seznam jednotlivých cen vychází z těchto nabídek a ceny uvedené zde a v rozpočtových kolonkách byly sníženy o cca. 5%, což odpovídá průměrným úsporám při nakupování investičních celků přes veřejná výběrová řízení realizovaná skrze oddělení veřejných zakázek UP. Indikativní časový harmonogram pro veřejné zakázky včetně očekávaného zprovoznění jednotlivých nakupovaných přístrojů je uveden v Tabulce 3.

Tabulka 3.: Indikativní časový plán veřejných zakázek pro přístroje s cenou vyšší než 1 mil. Kč.

Investiční celek	Vyhlášení výběrového řízení	Podpis smlouvy	Uvedení do provozu
Fotoelektrochemická stanice	2. 1. 2017	28. 4. 2017	38. 6. 2017
Plynový chromatograf s hmotnostním spektrometrem	1. 11. 2016	28. 2. 2017	30. 4. 2017
Iontový chromatograf	2. 1. 2017	28. 4. 2017	38. 6. 2017
Rastrovací fotoelektrochemická stanice	2. 1. 2017	28. 4. 2017	38. 6. 2017

3.7.3 Nábor vědeckých pracovníků do výzkumného týmu

Zachování kvality vědeckého týmu, míra internacionalizace a počet vytvořených pracovních míst jsou vnímány jako dílčí cíle projektu. Očekáváme pokračující podporu internacionalizace týmu a vysokou míru mobility výzkumných pracovníků na všech stupních kvalifikační struktury, což vyústí v zachování a rozšíření účasti RCPTM v mezinárodních sítích a konsorciích. To vyžaduje mít ověřený systém nábora lidských zdrojů. V posledních 7 letech jsme využívali mezinárodně ověřenou metodiku pro nábor nových zaměstnanců založenou na třech různých přístupech. Pokud jde o první přístup, již jsme otevřeli šestiměsíční období pohovorů na 6 nových pozic v RCPTM. V současné době prof. Schmuki společně s Generálním ředitelem a Vědeckým ředitelem RCPTM přezkoumávají žádosti o pozice v nové výzkumné skupině RCPTM. Oznámení o nových pozicích v RCPTM budou otevřena do května 2016. Posléze budou probíhat pohovory s kandidáty a úspěšní kandidáti se připojí do výzkumné skupiny se začátkem projektu. Nové pozice jsou oznámeny jak prostřednictvím webových stránek RCPTM (www.rcptm.com) tak i skrze vědecké portály (www.euraxess.com, www.naturejobs.com a <http://jobs.sciencecareers.org/>). Druhý přístup je založen na referencích od zahraničních spolupracovníků RCPTM. Třetí přístup spočívá ve využití existujícího portfolia lidských zdrojů a vybrání správných výzkumníků pro danou pozici. Navržený projekt počítá s 6 již existujícími výzkumnými pracovníky z RCPTM a na dalších 6 pozic podstoupí uchazeči pohovory, přičemž úspěšní kandidáti bude zaměstnáni na projektu. Detailní popis jednotlivých pozic je uveden v sekcích 6.2.1. a 6.2.3.

3.7.4 Analýza rizik

3.7.4.1 Výzkumná a realizační rizika

V rámci přípravy návrhu projektu již tým identifikoval (s využitím metod analýzy rizik) několik možných rizik, které je třeba vzít v úvahu. Existuje 6 hlavních typů rizik a tým předpokládá jejich monitorování a hlubokou analýzu. Jestliže se jedno z rizik objeví, bude provedena komplexní studie s generováním seznamu manažerských rozhodnutí, které zabrání možnému nesplnění cílů projektu. Oba klíčoví vědečtí představitelé projektu (prof. Patrik Schmuki a prof. Radek Zbořil) budou podávat zprávu o komplexní analýze rizik každý rok. 6 typů rizik zahrnuje (1) vědecká rizika, (2) personální rizika, (3) technická rizika, (4) rizika spojená s řízením, (5) sociální rizika a (6) rizika spojená s infrastrukturou.

- (1) **Vědecká rizika** – Věda je velmi konkurenční a existuje jen málo kandidátů, kteří jsou schopni zvolit příslušné téma pro excelentní vědu a z ní plynoucí budoucí přínosy ve všech souvisejících činnostech. Předpokládá se mít v projektu zapojeného excelentního výzkumníka s jasně definovanými rolemi a vizemi. Takovýto výzkumník by měl být dobře uznáván nejenom v národním měřítku, ale měl by mít celosvětovou reputaci.
- (2) **Personální rizika** – spojená s obtížemi při získávání nových zaměstnanců, nedostatečným počtem studujících v garantovaných studijních oborech. V současném prostředí České

republiky, kde víc než 40 nových výzkumných center „povstalo ze země“, je nedostatek počtu nových pracovníků považován za jedno z nejzávažnějších rizik pro úspěch jakéhokoliv projektu.

- (3) **Technická rizika** – Materiálový výzkum je spojen s obrovským množstvím složitým a náročným instrumentací, která vyžaduje pečlivou přípravu veřejných zakázek pro jejich nákup a dobře promyšlený systém údržby, servisu a managementu přístrojového času.
- (4) **Rizika spojená s řízením** - Očekává se, že navrhovaný projekt vykáže přibližně 150 mil. Kč způsobilých nákladů. To vyžaduje silné a zkušené osobnosti v manažerských pozicích a zkušený podpůrný personál a oddělení na pracovišti, kde projekt bude řešen. Pokud je nedostatek podpůrných služeb a zaměstnanců, může to způsobit nesplnění cílů projektu.
- (5) **Sociální rizika** - Vzhledem k tomu, že návrh projektu předpokládá nárůst úrovně internacionalizace v RCPTM, existuje potenciální riziko nedostatečného personálu, který bude pomáhat zahraničním vědcům s jejich adaptací na novém pracovišti.
- (6) **Rizika spojená s infrastrukturou** - Jak již bylo zmíněno mnohokrát v celém návrhu projektu, materiálový výzkum, a to zejména ten, který je popsán v tomto návrhu, spadá do velmi konkurenční oblasti vědeckého zájmu a vyžaduje široké portfolio měřicích technik v místě řešení projektu. Všechny moderní a vysoce výkonné techniky jsou velmi drahé.

3.7.4.2 *Opatření k předcházení rizikům a eliminaci jejich dopadu*

- (1) **Vědecká rizika** – Účast prof. Schmukiho a prof. Zbořila, kteří mají dlouhodobé zkušenosti v oblastech fotoelektrochemie a nanomateriálů, minimalizuje vědecká rizika. Překládaný projekt je dobře definován, má široké portfolio koncepčně nových řešení a zabývá se hlavními nedostatky, které stále omezují výkon PEC systémů. Klíčové osobnosti podílející se na výzkumu souvisejícím s projektem budou zahrnuti jako externí členové do vědecké rady Centra pro minimalizaci možných vědeckých rizik.
- (2) **Osobní rizika** – Oba vedoucí projektu si vybudovali celosvětovou reputaci jako přední vědci ve svých příslušných oborech; tento aspekt pozitivně přispěje k přilákání kandidátů nejvyšší úrovně na nové dostupné pozice. Prof. Dr. Schmuki, kterému byl udělen ERC grant v roce 2013 („APHOTOREACTOR“) byl zařazen na seznam vysoce citovaných výzkumníků společností Thomson Reuters in roce 2015 (celkově více než 24500 citací). Prof. Dr. Zbořil je mezi nejvíce citovanými českými vědci (více než 2000 citací v 2015; celkově přes 8000 citací). Dále, všichni výzkumníci již zaměstnaní ve výzkumných skupinách RCPTM a podílející se na tomto projektu mají vynikající zázemí v oblastech souvisejících s projektem (chemie, elektrochemie, materiálová věda, fotokatalýza).
- (3) **Technická rizika** – V RCPTM je pro správu a údržbu výzkumných zařízení a přístrojů určen vysoce kvalifikovaný personál. Centrum má vybudovaný systém „osob zodpovědných za přístroje“, které jsou zodpovědné za pravidelné kontroly servisu přístrojů, technické aspekty spojené s jejich provozováním a řízení přístrojového času. Hladký průběh veřejných zakázek je zajištěn dlouhodobou úzkou spoluprací vědeckého týmu RCPTM s oddělením veřejných zakázek a právním oddělením Univerzity Palackého v Olomouci.
- (4) **Sociální rizika** - Personální oddělení je k dispozici pro poskytování pomoci zahraničním vědcům ve veškerých aspektech souvisejících s jejich začleněním do nového týmu (ubytování, zdravotní pojištění, vízum). Současná úroveň internacionalizace v RCPTM je 27%.
- (5) **Rizika týkající se řízení** – RCPTM má velké zkušenosti s řízením rozličných národních/mezinárodních projektů. Prof. Zbořil a jeho tým se účastnil, například, ERC projektu (ERC-COG-2015 Two-Dimensional Chemistry towards New Graphene Derivatives 1.8 mil. EUR), projektu v 7. rámcovém programu (Taking Nanotechnological Remediation Processes from Lab Scale to End User Applications for the Restoration of a Clean Environment 10.2 mil. EUR), projektu Technologické agentury ČR (Environmental Friendly Nanotechnologies and Biotechnologies in Water and Soil Treatment 12.6 mil. EUR) nebo Operačního projektu Výzkum a vývoj pro inovace (Regional Centre of Advanced Technologies and Materials 18.5 mil. EUR.).
- (6) **Rizika související s infrastrukturou** – RCPTM jako jedno z nejlépe vybavených center pro materiálový výzkum ve střední Evropě disponuje excelentním laboratorním vybavením pro syntézu a chemickou, strukturní a morfologickou analýzu nanomateriálů a pro zkoumání jejich

fotoelektrochemických vlastností. Chybějící laboratorní vybavení, které zvýší vědeckou konkurenceschopnost RCPTM, bude pořízeno v rámci financování tohoto projektu.

V případě nouze, kdy se objeví dvě nebo víc rizik zároveň, bude přistoupeno ke kontingenčnímu přístupu. Obě vědecké osobnosti zahrnuté v projektu (prof. Patrik Schmuki a prof. Radek Zbořil) mají bohaté zkušenosti s řízením velkým projektů spolupráce. V tomto případě bude využito veškeré zkušenosti k vytvoření kreativního řízení, aby se zabránilo dopadům všech výše uvedených rizik.

3.8 Finanční plán

3.8.1 Mzdové náklady

3.8.1.1 Mzdové náklady na KZVP a výzkumný tým

Na řešení úkolů na pracovišti projektu se bude podílet celkem 13 osob s přepočteným úvazkem 13 FTE. 6 pozic v projektu bude obsazeno stávajícími zaměstnanci uchazeče a 6 pozic v projektu bude obsazeno novými pracovníky. Poslední pozice je určena pro prof. Patrika Schmukiho, který bude v pozici klíčového zahraničního vědeckého pracovníka. Vypočtené osobní náklady zaměstnanců řešitelského kolektivu jsou zde uvedeny vždy včetně povinných odvodů na pojistné. Celkový požadovaný objem osobních nákladů pro projekt je stanoven na základě platného Vnitřního mzdového předpisu Univerzity Palackého v Olomouci, který stanovuje výši tarifů pro jednotlivé mzdové třídy, skupiny pracovních činností a výši pohyblivých složek mezd pro pracovníky UPOL. Vnitřní mzdový předpis UPOL může být kdykoliv předložen k nahlédnutí. Celková výše hrubých mzdových nákladů projektu pro období realizace je 67 334 tis. Kč.

Předpokládaná struktura rozložení pracovních pozic v době řešení projektu zahrnuje:

1x KZVP s měsíční hrubou mzdou 140 tis. Kč

Odůvodnění

Mzda klíčového zahraničního pracovníka je stanovena s ohledem na jeho příjem na domovském pracovišti. Jeho mzda je vzhledem k vysoké erudovanosti přiměřená a jeho zapojení do projektu je klíčové.

2x Excelentní pracovník s měsíční hrubou mzdou 84 tis. Kč

Mzdy excelentních vědeckých pracovníků odrážejí skutečné mzdové náklady na takto vysoce erudované zaměstnance. Jejich kvalitativní i kvantitativní přínos pro realizaci projektu je klíčový a mzdové ohodnocení odpovídá standardnímu mzdovému tarifu pro takového pracovníka na pracovišti. Pro fázi udržitelnosti je takový pracovník nezbytně důležitý, neboť svým výkonem v době realizace projektu bude generovat zdroje pozdější udržitelnosti.

4x Klíčový pracovník s měsíční hrubou mzdou 72,8 tis. Kč

Klíčový vědecký pracovník je osoba s dlouholetou zkušeností v materiálovém výzkumu a se schopností samostatné vědecké práce, zejména na úrovni publikační. V této oblasti je vysoká míra konkurence a udržení takového klíčového pracovníka vyžaduje nejen kvalitní vědecké zázemí ale i odpovídající mzdové ohodnocení. Plánované pozice budou obsazeny se mzdovým ohodnocením odpovídajícím průměrnému platovému ohodnocení této pozice v Centru.

6x Odborný pracovník s měsíční hrubou mzdou 56 tis.

Odborný pracovník je osoba podílející se na výzkumných aktivitách a mající odpovídající zkušenosti v materiálovém výzkumu. Vzhledem k faktu, že pozice budou obsazovány špičkovými pracovníky v této oblasti, a současně se snahou o dodržení vysoké míry internacionalizace je plánovaná mzda na tuto pozici nastavena dle standardní mzdové hladiny u této pozice v centru.

Tabulka 4: Tabulka individuálních mzdových nákladů výzkumného týmu v letech (v tis. Kč)

Pracovník	celkem	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
KZVP (prof. Schmuki)	10 080,00	560,00	1 680,00	1 680,00	1 680,00	1 680,00	1 680,00	1 120,00
Excelentní pracovník 1	6 048,00	336,00	1 008,00	1 008,00	1 008,00	1 008,00	1 008,00	672,00
Excelentní pracovník 2	6 048,00	336,00	1 008,00	1 008,00	1 008,00	1 008,00	1 008,00	672,00
Klíčový pracovník 1	5 241,60	291,20	873,60	873,60	873,60	873,60	873,60	582,40
Klíčový pracovník 2	5 241,60	291,20	873,60	873,60	873,60	873,60	873,60	582,40
Klíčový pracovník 3	5 241,60	291,20	873,60	873,60	873,60	873,60	873,60	582,40
Klíčový pracovník 4	5 241,60	291,20	873,60	873,60	873,60	873,60	873,60	582,40
Odborný pracovník 1	4 032,00	224,00	672,00	672,00	672,00	672,00	672,00	448,00
Odborný pracovník 2	4 032,00	224,00	672,00	672,00	672,00	672,00	672,00	448,00
Odborný pracovník 3	4 032,00	224,00	672,00	672,00	672,00	672,00	672,00	448,00
Odborný pracovník 4	4 032,00	224,00	672,00	672,00	672,00	672,00	672,00	448,00
Odborný pracovník 5	4 032,00	224,00	672,00	672,00	672,00	672,00	672,00	448,00
Odborný pracovník 6	4 032,00	224,00	672,00	672,00	672,00	672,00	672,00	448,00
Celkem	67 334,40	3 740,80	11 222,40	11 222,40	11 222,40	11 222,40	11 222,40	7 481,60

Mzdové náklady v tabulce jsou počítány jako hrubá mzda pracovníka (dle instrukcí zadávací dokumentace). Náklady vyčíslené v Cost Benefit Analýze a v rozpočtové tabulce již obsahují dopočítané pojistné na sociální zabezpečení (25 %), pojistné na zdravotní zabezpečení (9 %) a FKSP (1 %).

3.8.2 Náklady na přístrojové a materiálně-technické vybavení

3.8.2.1 Náklady na přístrojové a materiálně-technické vybavení

V rámci plánovaného projektu se počítá zejména s dobudováním fotoelektrochemické laboratoře přístrojovým vybavením, které bude pořizováno v roce 2017. Všechna výběrová řízení jsou již naplánována a v případě pozitivní evaluace projektu budou zahájeny jejich realizace s plánovaným uzavřením v roce 2017 a spuštěním všech požadovaných investic taktéž v roce 2017. Přehled všech plánovaných investic je uveden v Tabulce 5. Specifikace jednotlivých položek a zdůvodnění jejich potřeby pro řešení projektu po stránce odborně-technické je rozebrána v kapitole 3.5.5 této studie proveditelnosti. Níže je uvedena tabulka s předpokládanými cenami bez DPH (ceny jsou uvedeny bez DPH, dle pokynů zadávací dokumentace). Pro realizaci Cost Benefit Analýzy již počítáme s cenami s DPH, kdy Univerzita Palackého v Olomouci má nárok na snížený odpočet daně.

Tabulka 5: Tabulka nákladů na přístroje a materiální technické vybavení (v tis. Kč bez DPH)

Položka	Cena bez DPH (tis. Kč)
Fotoelektrochemická stanice	1 500,00
Rukavicový box	702,00
Plynová chromatografie s hmotnostním spektrometrem	1 800,00
Iontové chromatografy	2 200,00
Vysokonapěťový potenciostat	534,60
Vysokovýkonový napěťový zdroj	126,20
UV-laser (325 nm) vč. příslušenství	702,00
Solární simulátor	364,50
Potenciostat	400,00
Rastrovací fotoelektrochemická stanice	4 482,00
Generátor dusíku	483,00
Celkem	13 294,30

)

3.8.3 Ostatní provozní náklady

3.8.3.1 Ostatní provozní náklady (mimo mzdových nákladů)

Další provozní náklady budou zahrnovat zejména prostředky na nákup technických kryogenních kapalin (helium, dusík), drobných měřicích přístrojů, výpočetní techniky a jejích komponent, speciálního laboratorního vybavení a materiálu, ostatního drobného majetku a chemikálií využívaných v přímé souvislosti s řešením projektu. V rámci projektu se počítá s cestovními náklady mezi pracovištěm projektu a zapojenými zahraničními institucemi zejména za účelem dílčích experimentálních prací, tvorbě společných vědeckých publikací a transferu know-how mezi zahraničními partnerskými pracovišti a pracovištěm projektu. Cestovní náklady jsou vypočteny na základě platných sazeb pro cestovní náhrady, aktuálních cen letenek a dále dle zkušeností s řešením a prezentací podobných projektů na pracovišti RCPTM. V rámci projektu rovněž plánujeme využití per-diem pro zahraniční odborníky zvané na pracoviště RCPTM za účelem navázání spolupráce a plánujeme také aktivní prezentace výsledků na českých i zahraničních konferencích. V rámci této kapitoly rovněž počítáme s tzv. přímou podporou pro zapojené Ph.D. studenty, kteří nebudou mít pracovní smlouvu na projektu, ale jejichž aktivity a vědecké zaměření bude úzce spojeno s předmětem projektu. Tito studenti a vědečtí pracovníci budou využívat přímé podpory na cestovné spojené s návštěvou partnerských zahraničních pracovišť a významných oborových konferencí. Celková výše ostatních provozních nákladů projektu pro období realizace je 25 107 tis. Kč. Předpokládaná struktura rozložení ostatních provozních nákladů zahrnuje:

Cestovní náklady ve výši 3 775 tis. Kč rozdělené na:

Zahraniční cestovné odborného týmu ve výši 2 400 tis. Kč (je plánováno 80 cest v délce 1 týden po 30 tis. Kč);

Per-diem pro zahraniční hosty ve výši 1 375 tis. Kč (je plánováno 25 pobytů v délce 1 týden zahraničních hostů po 55 tis. Kč);

Tabulka 6: Tabulka cestovních nákladů v letech (v tis. Kč)

Položka	celkem	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Zahraniční	2400	120	450	390	390	390	390	270
per diem	1375	0	220	275	275	275	220	110
Cestovní náhrady	3775	120	670	665	665	665	610	380

Hmotný majetek a materiál ve výši 21 393 tis. Kč rozdělený na:

HW a osobní vybavení za 272,5 tis. Kč (13x notebook po 17,5 tis. Kč, 13x USB, přenosné HDD po 1,7 tis. Kč, 1x multifunkční tiskárna za 22,7 tis. Kč);

Materiál ve výši 21 120 tis. Kč rozpočítán na 270,8 tis. Kč na pracovníka na 12 měsíců.

Tabulka 7: Tabulka nákladů na hmotný majetek a materiál v letech (v tis. Kč)

Položka	celkem	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Notebook	227	227	0	0	0	0	0	0
Multifunkční tiskárna	23	23	0	0	0	0	0	0
USB, přenosné HDD	23	23	0	0	0	0	0	0
Materiál	21 120	1 173	3 520	3 520	3 520	3 520	3 520	2 347
Celkem	21 393	1 446	3 520	3 520	3 520	3 520	3 520	2 347

Přímá podpora ve výši 1 200 tis. Kč rozpočítána na 60 cest cílové skupiny po 20 tis. Kč v délce 1 týden.

Tabulka 8: Tabulka přímé podpory v letech (v tis. Kč)

Položka	celkem	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Přímá podpora	1 200	40	200	200	200	200	200	160

Nepřímé náklady:

Nepřímé náklady projektu jsou vypočteny na základě přesné kalkulace nákladů spojených s realizací projektu. Přesný výpočet je uveden níže:

Ředitel projektu - (úvazek 0,1) - 1 440 tis. Kč (20 tis. měsíčně). Projektový manažer - doc. Pavel Tuček (úvazek 1,0) - 5 040 tis Kč. Finanční manažer (úvazek 1,0) - 3 600 tis Kč (50 tis. měsíčně). Administrativní síla (úvazek 1,0) - 2 160 tis Kč (30 tis. měsíčně). Účetní (úvazek 0,4) - 1 008 tis Kč (14 tis. měsíčně). Administrátor VZ (úvazek 0,4) – 24 měsíců - 480 tis. Kč (20 tis. měsíčně). Právník (úvazek 0,2) – 24 měsíců - 240 tis. Kč (10 tis. měsíčně). Personalista (úvazek 0,2) – 6 měsíců - 60 tis. Kč (10 tis. měsíčně). IT specialista (úvazek 0,2) - 720 tis. Kč (10 tis. měsíčně)

V nepřímých nákladech je zahrnuto tuzemské cestovné ve výši 450 tis. Kč. Cestovné je rozpočítáno na 300 dní po 1,5 tis. Kč. Hmotný majetek a materiál pro administrativní tým je kalkulován pro první rok, kdy se pro administrativní tým nakoupí 4 počítače po 20 tis. Kč (17,5 tis. Kč bez DPH) a 4 externí disky po 2 tis. Kč (1,75 tis. Kč bez DPH)

Místní kancelář:

Poplatky za telefony, poštovné a internet jsou vypočteny na 563,4 tis. Kč. Poštovné je kalkulováno na 5 tis. Kč na měsíc (přeprava vzorků). Náklady na telefony a internet jsou počítány 2,875 tis. na měsíc na celý pracovní tým, kdy při výpočtu se vychází z průměrných částek na osobu. Náklady na energie jsou 3 078 tis. Kč, kdy se při výpočtu vychází z částky 190 Kč na m² za měsíc. (U nás vychází 225 m² na pracovní tým projektu.) Ostatní náklady jsou 5 661,9 tis. Kč. Vychází se z částky 4 194 Kč na mě na rok.

3.8.4 Struktura a charakter příjmů v období udržitelnosti

3.8.4.1 Struktura a charakter příjmů v období udržitelnosti*

RCPTM má svoji vlastní finanční strategii, která je založená na třech pilířích. Fáze udržitelnosti bude pokryta využitím stejného mechanismu jako pro ostatní výzkumné skupiny RCPTM. Tři hlavní zdroje jsou následující:

- Grantové zdroje z národních a mezinárodních výzkumných a vzdělávacích programů;
- Institucionální podpora pro dlouhodobý koncepční vývoj vědecké organizace (RVO) a pro studijní programy;
- Smluvní výzkum a další aktivity.

Navržený projekt počítá s plnou udržitelností nově vytvořené výzkumné skupiny s mírným nárůstem počtu pracovníků a jejich kvalifikačním růstem. Oproti složení týmu na začátku řešení projektu (1x KZVP, 2x excelentní pracovník, 4x klíčový pracovník, 6x odborný pracovník) předpokládáme na začátku fáze udržitelnosti v důsledku kvalifikačního a odborného růstu zvýšení počtu excelentních pracovníků na 3 a klíčových pracovníků na 5. Předpokládáme, že půjde o kvalifikační růst uvnitř existujícího týmu. Tým pak bude doplněn o další dva mladé pracovníky na pozicích odborných pracovníků, takže jejich počet zůstane zachován na počtu 6. Tento mírný početní nárůst je plánována výzkumná kapacita RCPTM schopna bez problémů absorbovat jak po stránce materiálně-technické, tak i prostorové a administrativní (celkový počet zaměstnanců RCPTM se v současnosti pohybuje kolem 130 FTE).

Tabulka 9: Tabulka jednotlivých osobních nákladů ve fázi udržitelnosti (v tisících Kč)

Pracovník	celkem	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
KZVP (prof. Schmuki)	14 000,00	560,00	1 680,00	1 680,00	1 680,00	1 680,00	1 680,00	1 680,00	1 680,00	1 680,00
Excelentní pracovník 1	8 400,00	336,00	1 008,00	1 008,00	1 008,00	1 008,00	1 008,00	1 008,00	1 008,00	1 008,00
Excelentní pracovník 2	8 400,00	336,00	1 008,00	1 008,00	1 008,00	1 008,00	1 008,00	1 008,00	1 008,00	1 008,00
Excelentní pracovník 3	8 400,00	336,00	1 008,00	1 008,00	1 008,00	1 008,00	1 008,00	1 008,00	1 008,00	1 008,00
Klíčový pracovník 1	7 280,00	291,20	873,60	873,60	873,60	873,60	873,60	873,60	873,60	873,60
Klíčový pracovník 2	7 280,00	291,20	873,60	873,60	873,60	873,60	873,60	873,60	873,60	873,60
Klíčový pracovník 3	7 280,00	291,20	873,60	873,60	873,60	873,60	873,60	873,60	873,60	873,60
Klíčový pracovník 4	7 280,00	291,20	873,60	873,60	873,60	873,60	873,60	873,60	873,60	873,60
Klíčový pracovník 5	7 280,00	291,20	873,60	873,60	873,60	873,60	873,60	873,60	873,60	873,60

Odborný pracovník 1	5 600,00	224,00	672,00	672,00	672,00	672,00	672,00	672,00	672,00	672,00
Odborný pracovník 2	5 600,00	224,00	672,00	672,00	672,00	672,00	672,00	672,00	672,00	672,00
Odborný pracovník 3	5 600,00	224,00	672,00	672,00	672,00	672,00	672,00	672,00	672,00	672,00
Odborný pracovník 4	5 600,00	224,00	672,00	672,00	672,00	672,00	672,00	672,00	672,00	672,00
Odborný pracovník 5	5 600,00	224,00	672,00	672,00	672,00	672,00	672,00	672,00	672,00	672,00
Odborný pracovník 6	5 600,00	224,00	672,00	672,00	672,00	672,00	672,00	672,00	672,00	672,00
Celkem	109 200,00	4368,00	13 104,00	13 104,00	13 104,00	13 104,00	13 104,00	13 104,00	13 104,00	13 104,00

Mzdové náklady v tabulce jsou počítány jako hrubá mzda pracovníka (dle instrukcí zadávací dokumentace). Náklady vyčíslené v Cost Benefit Analýze již obsahují dopočítané pojistné na sociální zabezpečení (25 %), pojistné na zdravotní zabezpečení (9 %) a FKSP (1 %).

Tabulka 10: Cestovní náklady ve fázi udržitelnosti (v tisících Kč)

Položka	celkem	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Zahraniční cestovné	6 750	270	810	810	810	810	810	810	810	810
Celkem	6 750	270	810	810	810	810	810	810	810	810

Ve fázi udržitelnosti počítáme se standardními cestovními náklady vznikajícími ve výzkumu založeném na spolupráci. Vědci budou disponovat zdroji na cestování mezi partnerskými institucemi k provádění dílčích experimentálních prací nebo k dokončení výzkumných prací, společných publikací apod.

Tabulka 11: Indikativní přehled spotřebních nákladů ve fázi udržitelnosti (v tisících Kč bez DPH)

Položka	celkem	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Materiál	33 850	1354	4062	4062	4062	4062	4062	4062	4062	4062
Celkem	33 850	1354	4062	4062	4062	4062	4062	4062	4062	4062

Ve fázi udržitelnosti projektu počítáme se standardní kalkulací spotřeby vyplývající z používaného laboratorního vybavení, nákupu standardizovaných chemikálií, technických plynů a běžného laboratorního skla. Veškeré kalkulace vycházejí z plánovaného počtu zapojených pracovníků včetně mírného nárůstu plánovaného pro období udržitelnosti a plánovaných výzkumných témat. Pro nově pořízené přístroje počítáme s jejich údržbou a servisem v době udržitelnosti.

Tabulka 12: Indikativní přehled nákladů na opravy a udržování ve fázi udržitelnosti (v tisících Kč bez DPH)

Položka	celkem	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Opravy	a 1 444	44	175	175	175	175	175	175	175	175

udržování										
Celkem	1 444	44	175	175	175	175	175	175	175	175

Jak již bylo uvedeno na začátku této kapitoly, krytí nákladů na udržitelnost bude vycházet ze tří pilířů podobně jako financování celého Centra v současnosti i budoucnosti. Pro lepší názornost o plánované udržitelnosti uvádíme konkrétní rozdělení finančních zdrojů v době udržitelnosti mezi zdroje z národních a mezinárodních grantů, institucionální podpory a neveřejných zdrojů.

V současnosti (2015) dosahuje Centrum příjmů z grantových soutěží ve výši cca 60 mil. Kč (z toho 2 mil. Kč z mezinárodních projektů; bez započtení nově získaného projektu ERC CoG, který přinese od r. 2016 dalších cca 10 mil. Kč), a to při stávajícím počtu sedmi výzkumných skupin. Vzhledem k tomu, že nově vytvořená osmá skupina v rámci tohoto projektu s největší pravděpodobností nebude v RCPTM podprůměrná, můžeme uvažovat v období udržitelnosti s jejím grantovým příjmem nejméně 10 mil. Kč ročně, a to i v případě případného dočasného neúspěchu v soutěži o mezinárodní granty.

Současný (2015) příjem Centra z podílu na institucionální podpoře na koncepční rozvoj výzkumné organizace (RVO) činí při sedmi výzkumných skupinách cca 70 mil. Kč ročně a příjem z institucionální podpory studijních programů činí cca 5 mil. Kč. Ročně. Podobnou úvahou jako v případě grantových příjmů a vezmeme-li v úvahu rostoucí dynamiku publikačního výstupu RCPTM dospějeme k závěru, že nově vzniklá skupina může jako s dolním odhadem počítat s institucionálním příjmem 12 mil. Kč ročně.

Současný (2015) příjem Centra z neveřejných zdrojů formou smluvního výzkumu činí cca 13 mil. Kč ročně. Vzhledem ke značnému aplikačnímu potenciálu tematiky navrhované v rámci tohoto projektu lze předpokládat, že nově vytvořená skupina nebude v rámci RCPTM ani na poli smluvního výzkumu podprůměrná, a lze tedy počítat s příjmy v tomto pilíři v řádu 2 mil. Kč ročně.

Z výše uvedené rozvahy je jasně patrné, že nově vytvořená skupina v rámci projektu je plně a dlouhodobě udržitelná, a to i s případnou rezervou pro krytí budoucích rizik, neboť plánovaný příjem ze všech tří pilířů popsany výše dosahuje 24 mil. Kč ročně a přesahuje celkovou kalkulovanou částku pro udržitelnost, která činí 23,35 mil. Kč (včetně DPH).

3.9 CBA – Cost benefit analýza

3.9.1 Investice a zdroje

Tabulka 13: Celkové a diskontované položky

Název	Celkem
Celkové finanční náklady ostatní	0,00
Celkové finanční náklady pro návratnost investice	0,00
Celkové investiční náklady	165 310 181,00
Celkové provozní náklady	194 570 000,00
Celkové provozní výnosy	194 570 000,00
Celkové zdroje financování	165 310 181,00
Diskontované finanční náklady ostatní	0,00
Diskontované finanční náklady pro návratnost investice	0,00
Diskontované investiční náklady	147 618 789,62
Diskontované provozní náklady	130 385 368,05
Diskontované provozní výnosy	130 385 368,05
Diskontované zdroje financování	147 618 789,62

Tabulka 14: Rozdílová varianta investičních nákladů

Název	Celkem
Celkové investiční náklady	165 310 181,00
pozemky	0,00
budovy a stavby	0,00
stroje a zařízení	15 190 641,00
hardware a osobní vybavení (investice)	0,00
nehmotný investiční majetek	0,00
osobní výdaje	90 901 440,00
cestovní náhrady	3 775 000,00
hmotný majetek a materiál (pouze neinvestice)	24 492 000,00
nehmotný majetek (pouze neinvestice)	0,00
odpisy	0,00
nákup služeb	0,00
přímá podpora	1 200 000,00
nepřímé náklady (administrativní výdaje)	29 751 100,00
celkové nezpůsobilé výdaje	0,00
Diskontované investiční náklady	147 618 789,62

Tabulka 15: Rozdílová varianta zdrojů financování

Název	Celkem
Celkové zdroje financování	165 310 181,00
Příspěvek unie	140 513 653,85
Soukromé zdroje	0,00
Finanční prostředky ze státního rozpočtu	16 531 018,10
Finanční prostředky ze státních fondů	0,00
Finanční prostředky z rozpočtu krajů/kraje	0,00
Finanční prostředky z rozpočtu obcí/obce	0,00
Jiné národní veřejné finanční prostředky	8 265 509,05
Ostatní zdroje	0,00
Diskontované zdroje financování	147 618 789,62

3.9.2 Provozní náklady a výnosy

Tabulka 16: Celkové a diskontované položky

Název	Celkem
Celkové finanční náklady ostatní	0,00
Celkové finanční náklady pro návratnost investice	0,00
Celkové investiční náklady	165 310 181,00
Celkové provozní náklady	194 570 000,00
Celkové provozní výnosy	194 570 000,00
Celkové zdroje financování	165 310 181,00
Diskontované finanční náklady ostatní	0,00
Diskontované finanční náklady pro návratnost investice	0,00
Diskontované investiční náklady	147 618 789,62
Diskontované provozní náklady	130 385 368,05
Diskontované provozní výnosy	130 385 368,05
Diskontované zdroje financování	147 618 789,62

Tabulka 17: Rozdílová varianta provozních nákladů:

Název	Celkem
Celkové provozní náklady	194 570 000,00
osobní výdaje	147 420 000,00
cestovní náhrady	6 750 000,00
energie, voda	0,00
opravy a udržování	1 650 000,00
nákup služeb	0,00
ostatní provozní výdaje	38 750 000,00
výdaje na reinvestice	0,00
Celkové finanční náklady pro návratnost investice	0,00
Celkové finanční náklady ostatní	0,00
Diskontované provozní náklady	130 385 368,05
Diskontované finanční náklady pro návratnost investice	0,00
Diskontované finanční náklady ostatní	0,00

Tabulka 18: Rozdílová varianta provozních výnosů

Název	Celkem
Celkové provozní výnosy	194 570 000,00
Provozní výnosy	194 570 000,00
Financování provozní ztráty	0,00
Zůstatková hodnota	0,00
Diskontované provozní výnosy	130 385 368,05

3.9.3 Návratnost investic pro FA:

Tabulka 19: Vstupy pro výpočet návratnosti investic

Název	Celkem
Celkové investiční náklady	165 310 181,00
Celkové provozní náklady	194 570 000,00
Celkové provozní výnosy	194 570 000,00
Celkové finanční náklady pro návratnost investice	0,00
Návratnost investice	- 165 310 181,00

Tabulka 20: Udržitelnost I

Název	Udržitelnost
Návratnost investice	Ne

Tabulka 21: Návratnost investice

Název	Hodnota
Čistá současná hodnota	- 147 618 789,62
Doba návratnosti investice	0, 00
Index rentability	-0,89
Vnitřní výnosové procento	0,00

3.9.4 Návratnost kapitálu pro FA:

Tabulka 22: Vstupy pro výpočet návratnosti kapitálu

Název	Celkem
Celkové investiční náklady	165 310 181,00
Celkové provozní náklady	194 570 000,00
Celkové provozní výnosy	194 570 000,00
Celkové finanční náklady pro návratnost investice	0,00
Celkové finanční náklady ostatní	0,00
Celkové zdroje financování	165 310 181,00
Příspěvek unie	140 513 653,85
Návratnost kapitálu	- 24 796 527,15

Tabulka 23: Udržitelnost II

Název	Udržitelnost
Návratnost kapitálu	Ne

Tabulka 24: Návratnost kapitálu

Název	Hodnota
Čistá současná hodnota	- 22 142 818,45
Doba návratnosti investice	0, 00
Index rentability	-0,89
Vnitřní výnosové procento	0,00

3.9.5 Udržitelnost pro FA:

Tabulka 25: Vstupy pro výpočet udržitelnosti

Název	Celkem
Celkové investiční náklady	165 310 181,00
Celkové provozní náklady	194 570 000,00
Celkové provozní výnosy	194 570 000,00
Celkové finanční náklady pro návratnost investice	0,00
Celkové finanční náklady ostatní	0,00
Celkové zdroje financování	165 310 181,00
Udržitelnost	0,00

Tabulka 26: Udržitelnost III

Název	Udržitelnost
Udržitelnost	Ano

Tabulka 27: Udržitelnost IV

Název	Hodnota
Čistá současná hodnota	0,00
Doba návratnosti investice	0, 00
Index rentability	0,00
Vnitřní výnosové procento	0,00

3.9.6 Citlivost finanční analýzy:

Tabulka 28: Celkové a diskontované položky

Název	Celkem
Celkové finanční náklady ostatní	0,00
Celkové finanční náklady pro návratnost investice	0,00
Celkové investiční náklady	166 829 245,10
Celkové provozní náklady	194 570 000,00
Celkové provozní výnosy	194 570 000,00
Celkové provozní výnosy	194 570 000,00
Celkové zdroje financování	165 310 181,00
Diskontované celkové provozní výnosy	130 385 368,05
Diskontované financování provozní ztráty	0,00
Diskontované investiční náklady	149 079 428,18
Diskontované provozní náklady	130 385 368,05
Diskontované provozní výnosy	130 385 368,05
Diskontované zdroje financování	147 618 789,62
Ekonomická návratnost investice	80 443 403,06
Ekonomická návratnost kapitálu	222 476 121,01
Financování provozní ztráty	0,00
Kumulovaná ekonomická návratnost investice	1 127 017 122,42
Kumulovaná ekonomická návratnost kapitálu	4 972 031 623,47
Kumulovaná návratnost investice	-4 515 772 437,90
Kumulovaná návratnost kapitálu	-670 757 936,85
Národní zdroje financování	0,00
Návratnost investice	-166 829 245,10
Návratnost kapitálu	- 24 796 527,15

Tabulka 29: Přehled peněžních toků

Název	Celkem
Návratnost investice	- 166 829 245,10
Udržitelnost	- 1 519 064,10
Návratnost kapitálu	- 24 796 527,15

Tabulka 30: Udržitelnost V

Název	Udržitelnost
Návratnost investice	Ne
Návratnost kapitálu Ne	Ne
Udržitelnost	Ne

3.9.7 Socio-ekonomické dopady:

Typ - Určuje, zda se jedná o součtový nebo diskontovaný záznam. S=součtový, D=diskontovaný

Typ: D

Jedná se o pozitivní dopad:

Hodnota dopadu:

Celkem za počet: 0,00

Jednotka dopadu:

Celkem za míru: 0,00

Jednotka míry dopadu:

Celkem: 205 179 225,44

Kód specifického cíle:

Typ: S

Jedná se o pozitivní dopad:

Hodnota dopadu:

Celkem za počet: 0,00

Jednotka dopadu:

Celkem za míru: 0,00

Jednotka míry dopadu:

Celkem: 271 319 800,00

Kód specifického cíle:

Název socio-ekonomického dopadu: recenzovaný odborný článek v impaktovaném časopise v databázi Web of Science (Jimp)

Jedná se o pozitivní dopad: Ano

Hodnota dopadu: 725 000,00

Celkem za počet: 215,00

Jednotka dopadu: Článek

Celkem za míru: 0,00

Jednotka míry dopadu:

Celkem: 155 875 000,00

Název socio-ekonomického dopadu: počet nově vytvořených pracovních míst v inovativním provozu v regionu CZ-NUTS II Severovýchod – specialisté

Jedná se o pozitivní dopad: Ano

Hodnota dopadu: 577 224,00

Celkem za počet: 200,00

Jednotka dopadu: FTE

Celkem za míru: 0,00

Jednotka míry dopadu:

Celkem: 115 444 800,00

3.9.8 Návratnost investic pro EA:

Tabulka 31: Vstupy pro výpočet návratnosti investic

Název	Celkem
Celkové investiční náklady	165 310 181,00
Celkové provozní náklady	194 570 000,00
Celkové provozní výnosy	194 570 000,00
Celkové finanční náklady pro návratnost investice	0,00
Celková hodnota dopadů	0,00
Celkové zdroje financování	271 319 800,00
Ekonomická návratnost investice	106 009 619,00

Tabulka 32: Udržitelnost VI

Název	Udržitelnost
Návratnost investice	Ne

Tabulka 33: Návratnost investice

Název	Hodnota
Čistá současná hodnota	57 560 435,82
Doba návratnosti investice	9, 27
Index rentability	0,35
Vnitřní výnosové procento	14,87

3.9.9 Návratnost kapitálu pro EA

Tabulka 34: Vstupy pro výpočet návratnosti kapitálu

Název	Celkem
Celkové investiční náklady	165 310 181,00
Celkové provozní náklady	194 570 000,00
Celkové provozní výnosy	194 570 000,00
Celkové finanční náklady pro návratnost investice	0,00
Celkové finanční náklady ostatní	0,00
Celkové zdroje financování	165 310 181,00
Příspěvek unie	140 513 653,85
Celková hodnota dopadů	271 319 800,00
Ekonomická návratnost kapitálu	246 523 272,85

Tabulka 35: Udržitelnost VII

Název	Udržitelnost
Návratnost kapitálu	Ne

Tabulka 36: Návratnost kapitálu

Název	Hodnota
Čistá současná hodnota	183 036 406,99
Doba návratnosti investice	0,00
Index rentability	7,38
Vnitřní výnosové procento	0,00

3.9.10 Udržitelnost pro EA:

Tabulka 37: Vstupy pro výpočet udržitelnosti

Název	Celkem
Celkové investiční náklady	165 310 181,00
Celkové provozní náklady	194 570 000,00
Celkové provozní výnosy	194 570 000,00
Celkové finanční náklady pro návratnost investice	0,00
Celkové finanční náklady ostatní	0,00
Celkové zdroje financování	165 310 181,00
Celková hodnota dopadů	271 319 800,00
Ekonomická udržitelnost	271 319 800,00

Tabulka 38: Udržitelnost VIII

Název	Udržitelnost
Udržitelnost	Ano

Název	Hodnota
Čistá současná hodnota	205 179 225,44
Doba návratnosti investice	0, 00
Index rentability	1,24
Vnitřní výnosové procento	0,00

Tabulka 39: Celkové a diskontované položy

Název	Celkem
Celková hodnota dopadů	271 319 800,00
Celkové finanční náklady ostatní	0,00
Celkové investiční náklady pro návratnost investice	0,00
Celkové investiční náklady	166 829 245,10
Celkové provozní náklady	194 570 000,00
Celkové provozní výnosy	194 570 000,00
Celkové zdroje financování	165 310 181,00
Diskontovaná hodnota dopadů	205 179 225,44
Diskontované celkové provozní výnosy	130 385 368,05
Diskontované financování provozní ztráty	0,00
Diskontované finanční náklady ostatní	0,00
Diskontované finanční náklady pro návratnost investice	0,00
Diskontované investiční náklady	149 079 428,18
Diskontované provozní náklady	130 385 368,05
Diskontované provozní výnosy	130 385 368,05
Diskontované zdroje financování	147 618 789,62
Ekonomická návratnost investice	80 443 403,06
Ekonomická návratnost kapitálu	222 476 121,01
Financování provozní ztráty	0,00
Kumulovaná ekonomická návratnost investice	1 127 017 122,42
Kumulovaná ekonomická návratnost kapitálu	4 972 031 623,47
Kumulovaná návratnost investice	-4 515 772 437,90
Kumulovaná návratnost kapitálu	670 757 936,85
Národní zdroje financování	0,00
Návratnost investice	- 166 829 245,10
Návratnost kapitálu	- 24 796 527,15

Tabulka 40: Přehled peněžních toků

Název	Celkem
Návratnost investice	- 166 829 245,10
Udržitelnost	- 1 519 064,10
Ekonomická návratnost investice	80 443 403,06
Ekonomická návratnost kapitálu	222 476 121,01
Ekonomická udržitelnost	245 753 584,06
Návratnost kapitálu	- 24 796 527,15

Tabulka 41: Udržitelnost IX

Název	Udržitelnost	Ekonomická udržitelnost
Návratnost investice	Ne	Ne
Návratnost kapitálu	Ne	Ano
Udržitelnost	Ne	Ano

Tabulka 42: Návratnost investice

Název	Citlivost	Hodnota
Čistá současná hodnota	Ano	- 149 079 428,18
Čistá současná hodnota	Ne	- 147 618789,62
Doba návratnosti investice	Ano	0,00
Doba návratnosti investice	Ne	0,00
Index rentability	Ano	- 0,89
Index rentability	Ne	- 0,89
Vnitřní výnosové procento	Ano	0,00
Vnitřní výnosové procento	Ne	0,00

Tabulka 43: Ekonomická návratnost investice

Název	Citlivost	Hodnota	Procentní změna
Čistá současná hodnota	Ano	39 985520,02	- 3,52
Čistá současná hodnota	Ne	57 560435,82	
Doba návratnosti investice	Ano	10,08	1,41
Doba návratnosti investice	Ne	9,27	
Index rentability	Ano	0,24	- 4,39
Index rentability	Ne	0,35	
Vnitřní výnosové procento	Ano	11,97	- 3,70
Vnitřní výnosové procento	Ne	14,87	

Tabulka 44: Návratnost kapitálu

Název	Citlivost	Hodnota
Čistá současná hodnota	Ano	- 22 142818,45
Čistá současná hodnota	Ne	- 22 142818,45
Doba návratnosti investice	Ano	0,00
Doba návratnosti investice	Ne	0,00
Index rentability	Ano	- 0,89
Index rentability	Ne	- 0,89
Vnitřní výnosové procento	Ano	0,00
Vnitřní výnosové procento	Ne	0,00

Tabulka 45: Ekonomická návratnost kapitálu

Název	Citlivost	Hodnota	Procentní změna
Čistá současná hodnota	Ano	166 922129,75	0,00
Čistá současná hodnota	Ne	183 036406,99	
Doba návratnosti investice	Ano	0,00	0,00
Doba návratnosti investice	Ne	0,00	
Index rentability	Ano	6,73	0,00
Index rentability	Ne	7,38	
Vnitřní výnosové procento	Ano	0,00	0,00
Vnitřní výnosové procento	Ne	0,00	

Tabulka 46: Udržitelnost X

Název	Citlivost	Hodnota
Čistá současná hodnota	Ano	- 1 460 638,56
Čistá současná hodnota	Ne	0,00
Doba návratnosti investice	Ano	0,00
Doba návratnosti investice	Ne	0,00
Index rentability	Ano	- 0,01
Index rentability	Ne	0,00
Vnitřní výnosové procento	Ano	0,00
Vnitřní výnosové procento	Ne	0,00

Tabulka 47: Ekonomická udržitelnost

Název	Citlivost	Hodnota	Procentní změna
Čistá současná hodnota	Ano	187 604 309,64	-0,77
Čistá současná hodnota	Ne	205 179 225,44	
Doba návratnosti investice	Ano	0,00	0,00
Doba návratnosti investice	Ne	0,00	
Index rentability	Ano	1,12	-1,68
Index rentability	Ne	1,24	
Vnitřní výnosové procento	Ano	0,00	0,00
Vnitřní výnosové procento	Ne	0,00	

Finanční mezera:

Diskontované investiční náklady:	147 618 789,62
Diskontované provozní náklady:	130 385 368,05
Diskontované příjmy:	0,00
Diskontovaná zůstatková hodnota:	0,00
Diskontované čisté příjmy:	- 130 385 368,05
Základ pro výpočet dotace nediskontovaný:	311 321 598,97
Maximální diskontované způsobilé výdaje:	278 004 157,67
Koeficient finanční mezery:	1,88
Modifikovaný základ pro výpočet dotace:	
Výše způsobilých výdajů připadající na příjmy:	- 146 011 417,97
Procento národního spolufinancování:	5,00
Národní spolufinancování:	15 566 079,95
Procento Příspěvků Unie:	85,00
Částka EU:	264 623 359,12
Procento soukromé:	0,00
Soukromé zdroje:	0,00
Procento vlastní/soukromé národní:	10,00
Částka vlastní/soukromé národní:	31 132 159,90

3.10 Synergie

3.10.1 Synergický projekt 7. Rámcového programu/Horizontu 2020

3.10.1.1 Komplementarita cílů a potenciální synergie projektu 7. RP/Horizontu 2020

Pracoviště navrhovaného projektu má zkušenosti také v řešení projektů financovaných Evropskou unií. V uplynulých sedmi letech, RCPTM předložilo 11 návrhů, přičemž 3 byly financované, 3 byly zamítnuty a 5 v současné době čeká na hodnotící zprávy. 2 úspěšné projekty jsou komplementární k navrženému projektu s názvem „Pokročilé hybridní nanostruktury pro aplikace v oblasti obnovitelné energie“.

První komplementární úspěšný návrh je projekt a s názvem „NanoRem - Taking Nanotechnological Remediation Processes from Lab Scale to End User Applications for the Restoration of a Clean Environment“. Jedná se o výzkumný projekt, financovaný prostřednictvím 7. rámcového programu Evropské komise v rámci výzvy „Collaborative Projects - Theme 4 – NMP - Nanosciences, Nanotechnologies, Materials and new Production Technologies – LARGE 2012“. Projekt se zaměřuje na použití praktických, bezpečných, ekonomických a využitelných nanotechnologií pro in situ sanaci životního prostředí. To se provádí souběžně s komplexním pochopením rizik a přínosů pro životní prostředí při použití nanočástic, poptávky na trhu, celkové udržitelnosti a vnímání zúčastněných stran. Komplementární aspekt tohoto projektu je vnímán ve vývoji ekologicky šetrných nanomateriálů pro sanační technologie, které jsou jedním z horizontálních témat politiky EU.

Druhým komplementárním projektem je nově získaný grant typu ERC Consolidator prof. Michalem Otyepkou, který je financován z programové výzvy H2020 s názvem „ERC Consolidator Grant ERC-2015-CoG“. Název financovaného projektu je „Two-Dimensional Chemistry towards New Graphene Derivatives“ a hlavním cílem projektu je zkoumat, identifikovat a aplikovat pravidla 2D chemie pro tvorbu nových derivátů grafenu z fluorografenu. Pomocí získané znalosti 2D chemie se bude tým pokoušet řídit chemii různých 2D materiálů se zaměřením na přípravu stabilních derivátů grafenu s příhodnými vlastnostmi (např. zakázaný pás se šířkou v intervalu 1-3 eV, fluorescenční vlastnosti, udržitelné magnetické uspořádání a rozpustnost v polárním médiích). Komplementární problematika tohoto projektu spočívá v přípravě zcela nových 2D materiálů s vysokým potenciálem aplikovatelnosti také v pokročilých fotoelektrochemických a elektrochemických technologiích.

4 Závěr

V předložené Diplomové práci popisují studii proveditelnosti vědeckého výzkumného projektu, který se zabývá vybudováním excelentního vědeckého týmu a infrastruktury v rámci Regionálního centra pokročilých technologií a materiálů (RCPTM) při Univerzitě Palackého v Olomouci. Jedná se o zkrácenou formu reálného vědeckého projektu velkého rozsahu, s celkovým rozpočtem přesahujícím 160 mil. Kč, který byl podán v rámci výzvy MŠMT. Projekt byl podán v rámci výzvy Podpora excelentních výzkumných týmů v prioritní ose 1 OP VVV. Při popisování jednotlivých bodů jsem vycházel ze závazné osnovy studii proveditelnosti, která byla stanovena Ministerstvem školství tělovýchovy a sportu.

Projekt byl hodnocen z pohledu několika základních parametrů a předpokladů: vědecké téma, infrastruktura, lidské zdroje, ekonomické hledisko.

- 1) Vědecké téma: projekt se svým vědeckým tématem zabývá výrobou obnovitelných zdrojů energie (zejména vodík) pomocí fotoelektrochemickým štěpením vody. Jedná se o vědecky velmi atraktivní téma, které je v popředí celosvětového zájmu v tomto oboru.
- 2) Infrastruktura: RCPTM už v současné době disponuje špičkově vybavenými laboratořemi materiálového výzkumu, které budou plně k dispozici tomuto výzkumnému projektu, čímž se minimalizují rizika zabraňující úspěšnému dokončení projektu. V rámci projektu budou pořízena nová zařízení, nezbytná k řešení vědecké agendy projektu. Dobudování této infrastruktury povede také k významnému zvýšení konkurenceschopnosti RCPTM mezi podobnými výzkumnými světovými centry.
- 3) Lidské zdroje: Projekt bude veden jedním z největších odborníků nanotechnologického materiálového výzkumu Prof. Patrikem Schmukim. Dále bude na projektu pracovat celkově 12 výzkumných pracovníků, z nichž 6 je stávajících. Všichni tito pracovníci mají dlouholetou vědeckou zkušenost v daném oboru. Byl také podrobně popsán způsob začlenění nového výzkumného týmu do stávající organizační struktury RCPTM.
- 4) Ekonomické hledisko: Celkový rozpočet projektu je Celkový rozpočet projektu je 165 310 181,00 Kč z toho osobní náklady činí 90 901 440,00 Kč, investice 15 190 641,00, cestovní náhrady 3 775 000,00 Kč, hmotný majetek a materiál 24 492 000,00 a nepřímé náklady 29 751 100,00 Kč. Na základě finančního plánu byla vytvořena Cost Benefit Analýza. Tyto náklady budou zcela hrazeny v rámci daného operačního programu MŠMT a EU. Hlavním cílem ekonomické analýzy bylo zhodnoceno období udržitelnosti tohoto projektu v délce trvání 6 let. V tomto období bude zachována struktura celého vědeckého týmu. Projekt musí v tomto období být finančně zcela soběstačný, resp. hrazen z jiných zdrojů než je Operační program MŠMT. Vzhledem k tomu, že se jedná o vědecký projekt, jehož výstupem nejsou výrobky ani služby, které by produkovaly běžný zisk, je posouzení návratnosti investice/kapitálu velmi specifické. V období udržitelnosti bude projekt hrazen ze tří základních zdrojů: i) nové grantové zdroje (evropské granty H2020, ERC); ii) v rámci metodiky, která převádí body získané za vědecké publikace a iii) smluvním výzkumem. Na základě ekonomické analýzy lze konstatovat, že projekt bude v období udržitelnosti financovatelný.

Z vypracované studie proveditelnosti vyplývá, že projekt má všechny předpoklady úspěšné realizace a to i v období udržitelnosti.

5 Literatura

- Cejthamr, V., Dědina, J.: Management a organizační chování, Grada, 2010, Praha.
- Fotr, J.: Podnikatelský plán a investiční rozhodování, Grada, 1999, Praha.
- Fotr, J., Dědina, J., Hružová, H.: Manažerské rozhodování, Ekopress, 2000, Praha.
- Fotr, J., Souček, I.: Podnikatelský záměr a investiční rozhodování, Grada, 2005, Praha.
- Fotr, J., Souček, I.: Investiční rozhodování a řízení projektů, Grada, 2011, Praha.
- Jakubíková, D.: Strategický marketing: Strategie a trendy, Grada, 2008, Praha.
- Keřkovský, M., Vykypěl, O.: Strategické řízení, C. H. Beck, 2002, Praha.
- Kotler, P., Keller, K. L.: Marketing management, Grada, 2013, Praha.
- Němec, V.: Projektový management, Grada, 2002, Praha.
- Sieber, P.: Studie proveditelnosti - metodická příručka, MMR, 2004, Praha.
- Smejkal, V., Rais, K.: Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích, Grada, 2013, Praha.
- Svozilová, A.: Projektový management, Grada, 2006, Praha.
- Valach, J.: Investiční rozhodování a dlouhodobé financování, Ekopress, 2010, Praha.
- Wupperfeld, V.: Podnikatelský plán pro úspěšný start, Management press, 2003, Praha.

Seznam zkratk

ENG - Acronym	CZ - acronym	ENG - explanation	CZ - vysvětlení
FTE	FTE	Full time equivalent – indicates a unit, which expresses the degree of involvement or the workload capacity equivalent to 100% capacity	Ekvivalent jednoho pracovníka na plný úvazek - pojem, kterým se označuje jednotka, kterou se vyjadřuje míra zapojení či kapacita zatížení pracovníka přepočtená na 100 % kapacitu
H2020	H2020	Horizon2020	Horizont2020
ID	ID	Identification number	Identifikační číslo
IS KP14+	IS KP14+	Information system of the applicant	Informační systém konečného žadatele/příjemce
MS2014+	MS2014+	Monitoring system 2014+	Monitorovací systém 2014+
R&D	VaV	Research and development	Výzkum a vývoj
OP RDI	OP VaVpI	Operational programme Research, development for Innovations	Operační program Výzkum a vývoj pro inovace
OP RDE	OP VVV	Operational programme Research, development and education	Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání
OP EC	OP VK	Operational programme Education for competitiveness	Operační program Vzdělávání pro konkurenceschopnost
	FKSP		Fond kulturních a sociálních služeb

Seznam obrázků a tabulek

Seznam obrázků:

Obrázek 1: Příklad SWOT analýzy

Obrázek 2: Model pěti sil podle M. E. Portera

Obrázek 3: Příklad organizační struktury v investiční fázi

Obrázek 4: Příklad organizační struktury v provozní fázi

Obrázek 5: Příklad Ganttova diagramu

Obrázek 6: Lineární model nákladů, výnosů z prodeje a zisku

Obrázek 7: Lineární model nákladů, výnosů z prodeje a zisku

Obrázek 8: Organizační struktura a začlenění nové fotoelektrochemické skupiny.

Seznam tabulek:

Tabulka 1: Indikátory projektu

Tabulka 2: Tabulka nákladů na přístrojové a materiálně-technické vybavení s pořizovací cenou vyšší než 1 mil. Kč.

Tabulka 3: Indikativní časový plán veřejných zakázek pro přístroje s cenou vyšší než 1 mil. Kč.

Tabulka 4: Tabulka individuálních mzdových nákladů výzkumného týmu v letech (v tis. Kč)

Tabulka 5: Tabulka nákladů na přístrojové a materiálně-technické vybavení

Tabulka 6: Tabulka cestovních nákladů v letech (v tis. Kč)

Tabulka 7: Tabulka nákladů na hmotný majetek a materiál v letech (v tis. Kč)

Tabulka 8: Tabulka přímé podpory v letech (v tis. Kč)

Tabulka 9: Tabulka jednotlivých osobních nákladů ve fázi udržitelnosti (v tisících Kč)

Tabulka 10: Cestovní náklady ve fázi udržitelnosti (v tisících Kč)

Tabulka 11: Indikativní přehled spotřebních nákladů ve fázi udržitelnosti

Tabulka 12: Indikativní přehled nákladů na opravy a udržování ve fázi udržitelnosti

Tabulka 13: Celkové a diskontované položky

Tabulka 14: Rozdílová varianta investičních nákladů

Tabulka 15: Rozdílová varianta zdrojů financování

Tabulka 16: Celkové a diskontované položky

Tabulka 17: Rozdílová varianta provozních nákladů

Tabulka 18: Rozdílová varianta provozních výnosů

Tabulka 19: Vstupy pro výpočet návratnosti investic

Tabulka 20: Udržitelnost I

Tabulka 21: Návratnost investice

Tabulka 22: Vstupy pro výpočet návratnosti kapitálu

Tabulka 23: Udržitelnost II

Tabulka 24: Návratnost kapitálu

Tabulka 25: Vstupy pro výpočet udržitelnosti

Tabulka 26: Udržitelnost III

Tabulka 27: Udržitelnost IV

Tabulka 28: Celkové a diskontované položky

Tabulka 29: Přehled peněžních toků

Tabulka 30: Udržitelnost V

Tabulka 31: Vstupy pro výpočet návratnosti investic

Tabulka 32: Udržitelnost VI

Tabulka 34: Vstupy pro výpočet návratnosti kapitálu
Tabulka 35: Udržitelnost VII
Tabulka 36: Návratnost kapitálu
Tabulka 37: Vstupy pro výpočet udržitelnosti
Tabulka 38: Udržitelnost VIII
Tabulka 39: Celkové a diskontované položky
Tabulka 40: Přehled peněžních toků
Tabulka 41: Udržitelnost IX
Tabulka 42: Návratnost investice
Tabulka 43: Ekonomická návratnost investice
Tabulka 44: Návratnost kapitálu
Tabulka 45: Ekonomická návratnost kapitálu
Tabulka 46: Udržitelnost X
Tabulka 47: Ekonomická udržitelnost

Příloha 1: Data pro Cost benefit analýzu

Rozdílová varianta investičních nákladů

Název CZ	Celkem	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
		1	2	3	4	5	6	7	8
Celkové investiční náklady	165 310 181,00	0,00	8 714 530,00	40 522 231,00	25 137 590,00	24 813 590,00	24 813 590,00	24 758 590,00	16 550 060,00
pozemky	0,00								
budovy a stavby	0,00								
stroje a zařízení	15 190 641,00			15 190 641,00					
hardware a osobní vybavení (investice)	0,00								
nehmotný investiční majetek	0,00								
osobní výdaje	90 901 440,00		5 050 080,00	15 150 240,00	15 150 240,00	15 150 240,00	15 150 240,00	15 150 240,00	10 100 160,00
cestovní náhrady	3 775 000,00		120 000,00	670 000,00	665 000,00	665 000,00	665 000,00	610 000,00	380 000,00
hmotný majetek a materiál (pouze neinvestice)	24 492 000,00		1 612 000,00	4 030 000,00	4 030 000,00	4 030 000,00	4 030 000,00	4 030 000,00	2 730 000,00
nehmotný majetek (pouze neinvestice)	0,00								
odpisy	0,00								
nákup služeb	0,00								
přímá podpora	1 200 000,00		40 000,00	200 000,00	200 000,00	200 000,00	200 000,00	200 000,00	160 000,00
nepřímé náklady (administrativní výdaje)	29 751 100,00		1 892 450,00	5 281 350,00	5 092 350,00	4 768 350,00	4 768 350,00	4 768 350,00	3 179 900,00
celkové nezpůsobilé výdaje	0,00								
Diskontované investiční náklady	141 941 143,87	0,00	8 379 355,77	37 465 080,44	22 347 225,98	21 210 760,73	20 394 962,24	19 567 073,31	12 576 685,40

Rozdílová varianta zdrojů financování

Název CZ	Celkem	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
		1	2	3	4	5	6	7	8
Celkové zdroje financování	165 310 181,00	0,00	8 714 530,00	40 522 231,00	25 137 590,00	24 813 590,00	24 813 590,00	24 758 590,00	16 550 060,00
Příspěvek unie	140 513 653,85		7 407 350,50	34 443 896,35	21 366 951,50	21 091 551,50	21 091 551,50	21 044 801,50	14 067 551,00
Soukromé zdroje	0,00								
Finanční prostředky ze státního rozpočtu	16 531 018,10		871 453,00	4 052 223,10	2 513 759,00	2 481 359,00	2 481 359,00	2 475 859,00	1 655 006,00
Finanční prostředky ze státních fondů	0,00								
Finanční prostředky z rozpočtu krajů/kraje	0,00								
Finanční prostředky z rozpočtu obcí/obce	0,00								
Jiné národní veřejné finanční prostředky	8 265 509,05		435 726,50	2 026 111,55	1 256 879,50	1 240 679,50	1 240 679,50	1 237 929,50	827 503,00
Ostatní zdroje	0,00								
Diskontované zdroje financování	141 941 143,87	0,00	8 379 355,77	37 465 080,44	22 347 225,98	21 210 760,73	20 394 962,24	19 567 073,31	12 576 685,40

Rozdílová varianta provozních nákladů

Název	Celkem	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
		8	9	10	11	12	13	14	15	16
Celkové provozní náklady	194 570 000,00	7 766 800,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00
osobní výdaje	147 420 000,00	5 896 800,00	17 690 400,00	17 690 400,00	17 690 400,00	17 690 400,00	17 690 400,00	17 690 400,00	17 690 400,00	17 690 400,00
cestovní náklady	6 750 000,00	270 000,00	810 000,00	810 000,00	810 000,00	810 000,00	810 000,00	810 000,00	810 000,00	810 000,00
energie, voda	0,00									
opravy a udržování	1 650 000,00	50 000,00	200 000,00	200 000,00	200 000,00	200 000,00	200 000,00	200 000,00	200 000,00	200 000,00
nákup služeb	0,00									
ostatní provozní výdaje	38 750 000,00	1 550 000,00	4 650 000,00	4 650 000,00	4 650 000,00	4 650 000,00	4 650 000,00	4 650 000,00	4 650 000,00	4 650 000,00
výdaje na reinvestice	0,00									
Celkové finanční náklady pro návratnost investice	0,00									
Celkové finanční náklady ostatní	0,00									
Diskontované provozní náklady	125 370 546,19	5 902 129,67	17 061 908,56	16 405 681,31	15 774 693,57	15 167 974,58	14 584 590,95	14 023 645,14	13 484 274,17	12 965 648,24
Diskontované finanční náklady pro návratnost investice	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Diskontované finanční náklady ostatní	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Rozdílová varianta provozních výnosů

Název CZ	Celkem	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
		8	9	10	11	12	13	14	15	16
Celkové provozní výnosy	194 570 000,00	7 766 800,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00
Provozní výnosy	194 570 000,00	7 766 800,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00
Zůstatková hodnota	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Diskontované provozní výnosy	125 370 546,19	5 902 129,67	17 061 908,56	16 405 681,31	15 774 693,57	15 167 974,58	14 584 590,95	14 023 645,14	13 484 274,17	12 965 648,24

Vstupy pro výpočet návratnosti investic

Název CZ	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Celkové investiční náklady	8 714 530,00	40 522 231,00	25 137 590,00	24 813 590,00	24 813 590,00	24 758 590,00	16 550 060,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Celkové provozní náklady	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7 766 800,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	0,00	0,00
Celkové provozní výnosy a ZH	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7 766 800,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	0,00	0,00
Celkové finanční náklady pro návratnost investice	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Návratnost investice	-8 714 530,00	-40 522 231,00	-25 137 590,00	-24 813 590,00	-24 813 590,00	-24 758 590,00	-16 550 060,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Kumulovaná návratnost investice	-8 714 530,00	-49 236 761,00	-74 351,00	-99 187 941,00	-124 001 531,00	-148 760 121,00	-165 310 181,00	-165 310 181,00	-165 310 181,00	-165 310 181,00	-165 310 181,00	-165 310 181,00	-165 310 181,00	-165 310 181,00	-165 310 181,00	-165 310 181,00	-165 310 181,00	

Návratnost investice

Název	Hodnota
Čistá současná hodnota	-141 941 143,86
Index rentability	-0,86
Vnitřní výnosové procento	#ČÍSLO!

Vstupy pro výpočet návratnosti kapitálu:

Název CZ	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Celkové provozní náklady	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7 766 800,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	0,00	0,00
Celkové provozní výnosy a ZH	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7 766 800,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	0,00	0,00
Celkové finanční náklady pro návratnost investice	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Celkové finanční náklady ostatní	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Celkové zdroje financování	8 714 530,00	40 522 231,00	25 137 590,00	24 813 590,00	24 813 590,00	24 758 590,00	16 550 060,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Příspěvek unie	7 407 350,50	34 443 896,35	21 366 951,50	21 091 551,50	21 091 551,50	21 044 801,50	14 067 551,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Návratnost kapitálu	-1 307 179,50	-6 078 334,65	-3 770 638,50	-3 722 038,50	-3 722 038,50	-3 713 788,50	-2 482 509,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kumulovaná návratnost kapitálu	-1 307 179,50	-7 385 514,15	-11 156 152,65	-14 878 191,15	-18 600 229,65	-22 314 018,15	-24 796 527,15	-24 796 527,15	-24 796 527,15	-24 796 527,15	-24 796 527,15	-24 796 527,15	-24 796 527,15	-24 796 527,15	-24 796 527,15	-24 796 527,15	-24 796 527,15

Návratnost kapitálu

Název	Hodnota
Čistá současná hodnota	-21 291 171,58
Index rentability	-0,86
Vnitřní výnosové procento	#ČÍSLO!

Vstupy pro výpočet udržitelnosti:

Název CZ	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Celkové investiční náklady	8 714 530,00	40 522 231,00	25 137 590,00	24 813 590,00	24 813 590,00	24 758 590,00	16 550 060,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Celkové provozní náklady	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7 766 800,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00
Celkové provozní výnosy a ZH	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7 766 800,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00
Celkové finanční náklady pro návratnost investice	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Celkové finanční náklady ostatní	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Celkové zdroje financování	8 714 530,00	40 522 231,00	25 137 590,00	24 813 590,00	24 813 590,00	24 758 590,00	16 550 060,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Udržitelnost bez vlastních zdrojů	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vlastní zdroje															
Udržitelnost včetně vlastních zdrojů	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kumulovaná udržitelnost (včetně vlastních zdrojů)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Udržitelnost

Název CZ	Udržitelnost
Udržitelnost	ANO

Socio-ekonomické dopady

Název Socio-ekonomického dopadu	Typ	Jedná se o pozitivní dopad	Hodnota dopadu	Celkem za počet	Jednotka dopadu	Celkem za míru	Jednotka míry dopadu	Celkem
počet nově vytvořených pracovních míst v inovativním provozu v regionu CZ-NUTS II Severovýchod – specialisté		ANO	577 224,00	200,00	FTE	n.a.	n.a.	115 444 800,00
recenzovaný odborný článek v impaktovaném časopise v databázi Web of Science (Jimp)		ANO	725 000,00	215,00	Článek	n.a.	n.a.	155 875 000,00

2016			2017			2018			2019			2020			2021			2022			2023		
P	M	2. rok	P	M	3. rok	P	M	4. rok	P	M	5. rok	P	M	6. rok	P	M	7. rok	P	M	8. rok	P	M	9. rok
4,17		2 407 024,08	12,5 0		7 215 300,00	12, 50		7 215 300,00	12, 50		7 215 300,00	12, 50		7 215 300,00	12, 50		7 215 300,00	13, 33		7 694 395,92	15, 00		8 658 360,00
5,00		3 625 000,00	15,0 0		10 875 000,00	15, 00		10 875 000,00	15, 00		10 875 000,00	15, 00		10 875 000,00	15, 00		10 875 000,00	15, 00		10 875 000,00	15, 00		10 875 000,00

2024			2025			2026			2027			2028			2029			2030					
P	M	10. rok	P	M	11. rok	P	M	12. rok	P	M	13. rok	P	M	14. rok	P	M	15. rok	P	M	16. rok			
15,00		8 658 360,00	15,0 0		8 658 360,00	15,0 0		8 658 360,00	15,0 0		8 658 360,00	15,0 0		8 658 360,00	15,0 0		8 658 360,00	15,0 0		8 658 360,00	15,0 0		8 658 360,00
15,00		10 875 000,00	15,0 0		10 875 000,00	15,0 0		10 875 000,00	15,0 0		10 875 000,00	15,0 0		10 875 000,00	15,0 0		10 875 000,00	15,0 0		10 875 000,00	15,0 0		10 875 000,00

Vstupy pro výpočet návratnosti investic

Název CZ	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Celkové investiční náklady	8 714 530,00	40 522 231,00	25 137 590,00	24 813 590,00	24 813 590,00	24 758 590,00	16 550 060,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Celkové provozní náklady	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7 766 800,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00
Celkové finanční náklady pro návratnost investice	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Celkové provozní výnosy a ZH	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7 766 800,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00	23 350 400,00
Celková hodnota dopadů	6 032 024,08	18 090 300,00	18 090 300,00	18 090 300,00	18 090 300,00	18 090 300,00	18 569 395,92	19 533 360,00	19 533 360,00	19 533 360,00	19 533 360,00	19 533 360,00	19 533 360,00	19 533 360,00	19 533 360,00
Ekonomická návratnost investice	-2 682 505,92	-22 431 931,00	-7 047 290,00	-6 723 290,00	-6 723 290,00	-6 668 290,00	2 019 335,92	19 533 360,00	19 533 360,00	19 533 360,00	19 533 360,00	19 533 360,00	19 533 360,00	19 533 360,00	19 533 360,00
Kumulovaná ekonomická návratnost investice	-2 682 505,92	-25 114 436,92	-32 161 726,92	-38 885 016,92	-45 608 306,92	-52 276 596,92	-50 257 261,00	-30 723 901,00	-11 190 541,00	8 342 819,00	27 876 179,00	47 409 539,00	66 942 899,00	86 476 259,00	106 009 619,00

Návratnost investice:

Název	Hodnota
Čistá současná hodnota	55 346 572,90
Index rentability	0,33
Vnitřní výnosové procento	15%

