

**VYSOKÁ ŠKOLA:
VYSOKÁ ŠKOLA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ V PRAZE**

Rozvojový projekt na rok 2010

Formulář pro závěrečnou zprávu

Program: 1. Program na rozvoj přístrojového vybavení a moderních technologií

Podprogram:

Název projektu: 21/14 Návrh a realizace mikrochemických zařízení a jejich využití v laboratorní výuce, modernizace metody měření preferenčních sorpcí složek binárních kapalných směsí v polymerních membránách

Období řešení projektu:

Od: 1.1.2010

Do: 31.12.2010

Dotace (v tis. Kč)

Celkem:

Z toho běžné finanční prostředky:

Z toho kapitálové finanční prostředky:

Požadavek

1593

423

1170

Čerpáno

1593

423

1170

ZÁKLADNÍ INFORMACE

	Hlavní řešitel	Kontaktní osoba
Jméno:	doc. Dr. Ing. Martin Vrnata	Martin Vrnata
Podpis:		
Fakulta/Součást	Fakulta chemicko-inženýrská / Ústav fyziky a měřicí techniky	Fakulta chemicko-inženýrská / Ústav fyziky a měřicí techniky
Adresa/Web:	Technická 5, 166 28 Praha 6 / www.vscht.cz	Technická 5, 166 28 Praha 6 / www.vscht.cz
Telefon:	220 443 383	220 443 383
E-mail:	martin.vrnata@vscht.cz	martin.vrnata@vscht.cz

Jméno rektora:	doc. Ing. Josef Koubek, CSc.
Podpis:	
Datum:	
Razítko školy:	

ZPRÁVA O PRŮBĚHU ŘEŠENÍ PROJEKTU

Cíle projektu	Uveďte předem stanovené cíle a u každého z nich uveďte, do jaké míry byl splněn, případně důvod, proč splněn nebyl.
1	(444/126) Dovybavení a rozšíření technologického pracoviště pro přípravu vzorků senzorů plynů určených pro laboratorní výuku předmětů Senzory a sensorové systémy, Laboratoře oboru inženýrská informatika, Diagnostika materiálů. - Cíl byl zcela splněn.
2	(444/126) Zdokonalení studentského měřicího pracoviště pro testování detekčních vlastností připravených senzorů. - Cíl byl zcela splněn.
3	(409) Rozšíření laboratorní výuky v oblasti mikrosenzorů, mikroaktuátorů, mikroseparatorů, mikroreaktorů o vizualizaci toku pomocí optických metod, snímání a analýzu obrazu v předmětu Multifunkční chemické a biochemické mikrosystémy. - Cíl byl zcela splněn.
4	(403) Modernizace výuky v oblasti měření preferenčních sorpcí složek binárních kapalných směsí v polymerních membránách v rámci předmětu Laboratoř speciálních metod oboru Fyzikální chemie. - Cíl byl zcela splněn.
Plnění kontrolovatelných výstupů	Uveďte stanovené kontrolovatelné výstupy projektu a do jaké míry byly splněny, případně důvod, proč splněny nebyly.
1	<p>(444/126) Sestavení a otestování inovovaného technologického pracoviště pro přípravu vzorků senzorů plynů určených pro laboratorní výuku - automatizované nastavení pracovních podmínek v depoziční komoře, zlepšení depoziční komory, rekonstrukce podlahy v laboratoři.</p> <p>Během roku 2010 se naskytla jedinečná příležitost přemístit technologické pracoviště pro přípravu vzorků senzorů (původní pracoviště zahrnovalo pevnolátkový laser Nd:YAG, optický stůl, optické komponenty pro trasování laserového svazku a depoziční komoru vybavenou rotační + turbomolekulární vývěvou) z původní, po mnoha stránkách nevyhovující místnosti B 318 (podlahová plocha cca 20 m²) do nově budované laboratoře B 226 (podlahová plocha cca 50 m²). V nové laboratoři bylo nutno komplexně rekonstruovat rozvody elektro, vody a plynu, zajistit pokládku podlahy, natěračské práce, nákup a instalaci laboratorních skříní. Rekonstrukce laboratoře B 226 mohla být spolufinancována z prostředků Ústavu fyziky a měřicí techniky časově vázaných pouze na rok 2010. Z toho důvodu bylo rozhodnuto, že se oproti stavu deklarovanému v přihlášce projektu podstatným způsobem navýší investiční prostředky vynaložené na stavební úpravy (z 60 tis. Kč plánovaných na 157 tis. realizovaných - viz oddíl Změny v řešení - změna č.1). Podstatné je, že vzhledem k význačným slevám na přístroje a zařízení dodávané firmou VakuumPraha spol. s r.o. a také díky využití jiných investic mohla být klíčová zařízení pro depoziční komoru přesto pořízena (oddíl Změny v řešení - změna č.2).</p> <p>Celkem 157 tis. Kč vynaložených na stavební úpravy se čerpalo následovně: rekonstrukce rozvodů elektro stála 71 tis. Kč, vybudování nových rozvodů vody a plynu (včetně montážní šachty) 44 tis. Kč, nivelace podlahy a pokládka speciálního linolea 42 tis. Kč.</p> <p>Další naplánovanou součástí tohoto výstupu bylo dovybavit vakuovou depoziční komoru zařízeními, která umožňují automatizované nastavení podmínek během depoziční komory a také deponovat kovový katalyzátor z lodičkového evaporátoru. Výrobu a dodání lodičkového evaporátoru na kovy se podařilo operativně zajistit od firmy VakuumPraha spol. s r.o. za 11 tis. Kč investičních (výrazná sleva poskytnuta v rámci větší dodávky). Od stejného dodavatele se pořídil také vakuový kryostat - 20 tis. Kč investičních.</p> <p>Depoziční možnosti byly velmi významně rozšířeny zakoupením jednotky posuvů GRAVOS GV21B za 90 tis. Kč investičních. Tato jednotka ve spojení s ink-jet tryskami (financovány z jiného zdroje) vytvoří unikátní pracoviště umožňující deponovat citlivé vrstvy senzorů další technologií (nezávislou na depoziční komoře a vakuovém hospodářství) - metodou tisku. Citlivé vrstvy senzorů se mohou tisknout ze zdrojových roztoků nebo koloidních systémů, což má velký význam pro přípravu citlivých vrstev, které jsou na bázi organických látek. Zařízení vzniklo nad rámec původního plánu v přihlášce projektu.</p> <p>Neinvestiční prostředky pro tento kontrolovatelný výstup se využily na nákup příslušenství k vakuové depoziční komoře: termočlánek s vakuovou průchodkou (18 tis. Kč) pro zjištění teploty substrátu čidla během depoziční komory; trafosvářečka NORDICA (3 tis. Kč) jako zdroj velkých proudů pro lodičkový evaporátor; HW interpolátor (4 tis. Kč) pro CNC řízení manipulatoru ve vakuové komoře; solenoidový ventil na agresivní plyny (3 tis. Kč); kontejner na kapalný dusík včetně manipulačního vozíku (29 tis. Kč) nezbytný pro nanášení metodou MAPLE. Pro bezproblémový provoz laseru je důležité udržovat v laboratoři nízkou prašnost vzduchu, proto se pořídila filtrační jednotka AMC (13 tis. Kč). Za zbytek neinvestičních prostředků se zakoupil spotřební materiál - konektory, kabely, mosaz a fosforbronz jako konstrukční materiály, niklový target.</p> <p>Všechny výše jmenované přístroje a zařízení bylo nutno sestavit do funkčních celků (např. jednotka posuvů GRAVOS + ink-jet trysky; instalace kryostatu, evaporátoru a průchodek do vakuové komory), oživit a odladit jejich provoz, což byla činnost značně náročnější než samotný nákup.</p>

	<p>Na splnění toho kontrolovatelného výstupu se podíleli: Ing. Dušan Kopecký, Ph.D., Ing. Přemysl Fítl, Ing. Jan Vlček, doc. Ing. Jaroslav Hofmann, doc. Ing. Karel Kadlec, doc. Helena Uhrová a Mgr. Jaromír Seidl z Ústavu fyziky a měřicí techniky.</p> <p>Rekonstruovaná laboratoř B 226 se bude od letního semestru akademického roku 2010/2011 využívat pro přípravu senzorů potřebných v laboratorní výuce předmětů <i>N444019 Senzory a senzorové systémy</i> a <i>N445038 Laboratoře oboru inženýrská informatika</i>. Kromě toho se zde budou připravovat senzory pro bakalářské a diplomové práce na Ústavu fyziky a měřicí techniky a Ústavu inženýrství pevných látek.</p>
2	<p>(444/126) Zdokonalená metodika testování detekčních vlastností připravených senzorů - příprava plyných vzorků s přesnou koncentrací detekované složky, přesné nastavení pracovní teploty senzoru během detekce, eliminace elektromagnetického rušení signálu senzoru.</p> <p>V rámci tohoto výstupu byl navržen, vyroben a odladěn univerzální propojovací přípravek pro automatizované základní testování deponovaných vrstev a připravených senzorů ve stejnosměrném režimu - stejnosměrným napětím v rozsahu 0 až 1100 V a proudem v rozsahu 0 až 1 A s maximální výkonovou zátěží 20 W. Zvolené řešení ve velké míře eliminuje elektromagnetické rušení signálu senzoru a parazitní efekty při vysokohmových měřeních. Vyrobený přípravek je současně kompatibilní s termostatem Isotech Venus, což umožňuje precizně řídit pracovní teplotu testovaného senzoru či funkční vrstvy s přesností na 0,1 °C. Odpor na čtverec deponované vrstvy či celkový odpor senzoru se předpokládá v rozsahu 10⁻¹ až 10⁹ Ω. Přípravek s uvedenými specifikacemi není komerčně dostupný.</p> <p>V průběhu řešení byly formulovány zpřesňující požadavky:</p> <ol style="list-style-type: none"> Přípravek koncipovat tak, aby jeho použití ve výuce (po sestavení měřicího systému) bylo i při použitím maximálním napětí 1100 V bezpečné při práci pod dozorem. Pracoviště bude spínáno jako celek dálkově pedagogem až po jeho správném sestavení tak, aby přímý kontakt studenta s kontaktním systémem pod napětím nebyl jednoduše možný. Pedagog musí mít i operativní možnost pracoviště jako celek dálkově vypnout, pokud by se zvědavý student o zakázané operace pod napětím i přesto pokusil. Konstrukce přípravku (případně sestava přípravků) musí umožňovat vzájemné propojení napájecího zdroje Keithley 2410, multimetru Keithley 2002, a spínacího rámu Keithley 7001 s kartou 7053 s triaxiálním připojením. S ohledem na předchozí bod (zejména při využití karty 7053) je třeba konstrukčně zajistit možnost jednotného standardního triaxiálního připojení jak senzoru samotného, tak přístrojů. Součástí propojovacího systému tedy musí být navíc dvě speciální redukce triaxiálního připojení karty a dvousvorkového připojení přístrojů. Izolační vlastnosti přípravku upravit i s ohledem na měření relativně vysokých odporů a přitom zachovat modularitu připojení různých vzorků. Přípravek vybavit také modulem pro testování vysokohmových vrstev na skleněné podložce o rozměrech 18 x 18 mm, používané při výuce a přitom se zaměřit zejména na metodu van der Pauw (dále jen VDP), vhodnou pro testování vrstev. Mechanickou konstrukci přípravku a propojovacího modulu uzpůsobit tak, aby bylo možno kontaktovaný vzorek současně umístit do termostatu Isotech Venus 2410S, jehož pořízení a zprovoznění bylo předmětem řešení Rozvojového podprojektu v roce 2009. Pro pochopení fyzikální podstaty specifických projevů ultratenkých vrstev má testování teplotních závislostí elektrických parametrů často kruciólní význam. <p>Zvolená koncepce řešení:</p> <p>S ohledem na horní hranici předpokládaných měřených odporů a dostupnou techniku lze odpory 10⁹ Ω měřit metodou VDP s přesností pod 10% (svod svorek LO uvedených přístrojů proti kostře je větší než 10¹⁰ Ω). Použitý materiál a koncepce připojení nesmí tedy tuto situaci zhoršovat. Proto je základním konstrukčním materiálem teflon s rezistivitou řádu 10¹⁸ Ωm.</p> <p>Ke spojení propojovacího přípravku a výměnného modulu nelze s ohledem na mezisvorkový svod použít běžné konektory typu slot. Mají svodový odpor nejvýše řádu 10⁸ Ω. Proto bylo nutné konektor zkonstruovat a k izolaci mezi svorkami použít opět teflon jak na straně výměnného modulu, tak na straně připojení k měřicímu systému. Přitom bylo třeba v maximální možné míře používat komerčně dostupných kvalitních dílů typu „minisvorka“, „minibanánek“ a pod..</p> <p>Adaptéry k triaxiálnímu připojení přístrojů s dvouzdířkovými vstupy nesmí nezanedbatelně zhoršovat svod mezi svorkou LO a kostrou přístrojů. Základním izolačním materiálem je proto opět teflon.</p> <p>Nákupy byly financovány pouze z neinvestičních prostředků a zahrnovaly následující položky: Triaxiální konektory 12x CS630, 5x 237-TRX-TBC, 10 m stíněného kabelu SC9, 3 m stíněného kabelu SC93 - to vše celkem za 33 tis. Kč; Triaxiální kabely: 237-ALG-2, 7078-TRX-3, 7078-TRX-10, 7078-TRX-20 celkem za 17 tis. Kč; 1x USB HUB D-link 7 port, 3x USB/RS232 a drobné součástky za 5 tis. Kč.</p>

Postup řešení:

1. Byla navržena koncepce a zpracována detailní výrobní výkresová dokumentace všech dílů potřebných přípravků. Dokumentace je dostupná k nahlédnutí u řešitele podprojektu Ing. Josefa Náhlíka. Schematický náčrten sestavy hlavního přípravku je na Obr. 1. v Příloze 1
2. Jednotlivé díly byly následně vyrobeny částečně na Ústavu materiálového inženýrství (p. Vladimír Lískovec) a částečně na Ústavu fyziky a měřicí techniky (p. Ing. Miroslav Klevar).
3. Přípravky pak byly Ing. Josefem Náhlíkem sestaveny a oživeny (realizováno jejich vnitřní elektrické propojení). V této souvislosti autor vyslovuje poděkování a uznání pracovníkům dle bodu 2. Přesná výroba a konstruktivní spolupráce při výrobě i montáži proces sestavování a oživení velmi usnadnily. Foto sestavy realizovaných přípravků je na Obr. 2 v Příloze 1.
4. Poté byl s využitím přípravků a deklarovaných přístrojů vytvořen měřicí systém a prověřena jeho základní funkce na ultratenkých vrstvách Au na skleněném podkladu.
5. Foto sestaveného systému je na Obr. 3 v Příloze 1. Detail měřicího modulu s fixovaným vzorkem Au nano-vrstvy na skle pak je na Obr. 4 v Příloze 1.
6. Již mimo rámec projektu je aktuálně připravováno a doladováno hardwarové a softwarové řešení měření teplotní závislosti rezistivity vrstev s reprezentativním měřením teploty vzduchu v bezprostřední blízkosti testovaného vzorku.

Závěr:

Plánovaný přípravek byl navržen a jeho díly vyrobeny dílenskými specialisty obou kooperujících ústavů. Poté byl autorem sestaven a oživen v měřicím systému. Přípravek se bude využívat pro laboratorní výuku předmětu *NI26006 Diagnostika materiálů*.

Optická diagnostika citlivých vrstev senzorů - kvalitu deponovaných citlivých vrstev senzorů lze nedestruktivním a přitom z hlediska instrumentace poměrně nenáročným způsobem analyzovat optickým měřením - zjišťováním indexu lomu a absorpčního koeficientu materiálu. Zvláště v případě organických vrstev (ftalocyaniny, porfyriny, acetyl-acetonáty) se poškození struktury i řádově jednotek procenta z celkového množství deponovaných molekul projeví výraznou změnou optických vlastností. Proto se z neinvestičních prostředků projektu pořídila reflexní sonda (30 tis. Kč) s optickým vláknem a další optikou pro UV oblast (10 tis. Kč), která umožňuje rychlou diagnostiku nadeponovaných vrstev (odpadají časově náročné analýzy IR spekter). **Následně je možné operativně měnit podmínky v depoziční komoře** tím způsobem, aby další vrstvy už nebyly poškozené. Pracoviště optické diagnostiky sestavili doc. Ing. Vladimír Myslík, CSc. z Ústavu materiálového inženýrství, Ing. Přemysl Fitl, Ing. Filip Vysloužil Ph.D., Ing. Ondřej Ekrt Ph.D. a doc. Martin Vršata z Ústavu fyziky a měřicí techniky.

Příprava plyných vzorků pomocí SONIMIXu - za 191 tis. Kč bylo zakoupeno sofistikované zařízení SONIMIX 3030-Perm, které umožňuje **simultánní míchání plyných směsí až z 5 různých zdrojů**. Plynová instalace přístroje má velmi malý mrtvý objem, což se projevuje nízkou spotřebou zdrojových látek (značně nižší náklady než při nakupování tlakových lahví s nízkými koncentracemi plynů). Přístroj **pracuje na permeačním principu - zdrojové látky mohou být i kapaliny uzavřené ve speciálních difúzních tubách**. Difúzní tuby pro jednotlivé látky mají **charakter vyměnitelných modulů**, přičemž dodavatel nabízí široké spektrum zdrojových sloučenin: uhlovodíky, alkoholy, aldehydy, ketony, ethery, voda, oxidy dusíku, oxid siřičitý, chlorovodík, amoniak aj. SONIMIX 3030_perm **umožňuje připravovat plyné vzorky v rozmezech koncentrací od velmi nízkých hodnot (řádově desítek ppb)** s relativní chybou menší než 1 % při době ustálení výstupní koncentrace do 1 min. Míchání směsí lze ovládat buď přímo prostřednictvím zabudované klávesnice nebo pomocí připojeného počítače. S využitím těchto nástrojů lze zajistit plně automatizovanou kontinuální přípravu plyných vzorků pro senzory. Na Ústavu fyziky a měřicí techniky byl dosud k dispozici pouze starší typ SONIMIXu, který umožňoval jen míchání směsí z tlakových lahví (tj. pouze tzv. permanentní plyny).

Kontinuální příprava směsí ozonu se vzduchem - Ozon je látka velice významná při testování odezvy chemických senzorů na oxidující plyny. Vývoj senzorů citlivých na ozon má význam hlavně pro monitorování životního prostředí. Specifickou vlastností ozónu je fakt, že jeho molekula podléhá samovolnému rozpadu na dvouatomovou molekulu kyslíku a atomární kyslík. Proto kalibrační směsi obsahující ozon nelze skladovat a zásadně se připravují kontinuálně v průtočném režimu. Zakoupený **generátor ozonu** od firmy UVP (11 tis. Kč) je přesný přístroj **pracující na principu generace ozonu s využitím fotochemické reakce** dvouatomové molekuly kyslíku při ozáření krátkovlnným UV zářením (185 nm). Zdroj umožňuje měnit množství generovaného ozonu pomocí mechanické clonky, a tím měnit koncentraci ozonu za předpokladu zachování konstantního průtoku plynu. Ke zdroji je dodán kalibrační graf, zobrazující koncentraci ozonu v závislosti na průtoku plynu a nastavení clonky. Nákup a oživení SONIMIXu i generátoru ozonu zajistil Ing. Přemysl Fitl z Ústavu fyziky a měřicí techniky.

Možnost přípravy plyných vzorků najde uplatnění v laboratorní výuce předmětů: *N444019 Sensory a senzorové systémy* a *N445038 Laboratoře oboru inženýrská informatika*.

3	<p>(409) Sestavení laboratorní stanice pro výuku v oblasti mikrosenzorů, mikroaktuátorů, mikroseparátorů, mikroreaktorů, doplnění o vizualizaci toku pomocí optických metod, snímání a analýzu obrazu.</p> <p>Na základě výběrového řízení pro veřejnou zakázku malého rozsahu byla zakoupena barevná vysokorychlostní kamera OLYMPUS i-SPEED s vnitřní pamětí 4GB a příslušenstvím. Kamera umožňuje snímat volitelnou rychlostí až 33000 snímků za sekundu. Obsahuje autonomní řídicí a zobrazovací jednotku pro práci bez počítače, hardware a software pro on-line i off-line spolupráci s řídicím počítačem, sadu objektivů s pevnou ohniskovou vzdáleností, objektiv typu ZOOM, stativovou hlavu se stativem a vysoce kvalitní osvětlovací jednotku s optickými vlákny. Jedná se o zařízení, které dodavatel používal pro předváděcí účely, zakoupené se slevou 65% a s plnou zárukou. V rámci rozšíření investice byla přikoupena třísosá polohovací jednotka na bázi CNC frézky. Tato polohovací jednotka slouží jako inteligentní stativ, který pohybuje kamerou na sledovaném objektu. Investiční prostředky přidělené z projektu byly beze zbytku vyčerpány ve struktuře 300 tis. Kč za hardwarové součástky a 100 tis. Kč za software ke kameře OLYMPUS i-SPEED.</p> <p>V rámci neinvestičních prostředků (100 tis. Kč) byla zakoupena pomocná mikrokamera Dino-Lite MZK 3701 V (16 tis. Kč), peristaltická pumpa LAMBDA PRECISFLOW (39 tis. Kč.), injekční dávkovač LAMBDA VIT-FIT (36 tis. Kč.) a napájecí zdroje, vše pro mikrofluidní aplikace. Prostředky na služby (20 tis. Kč) byly využity pro zakázkovou výrobu speciálních dílů na CNC obráběcím stroji.</p> <p>Zakoupená zařízení byla využita pro splnění kontrolovatelného výstupu č. 3. Využití mimořádné nabídky vysokorychlostní kamery umožnilo rozšířit předpokládané aplikace v mikrofluidice také na pozorování velmi rychlých jevů, jako je tvoření a odtrhávání kapky tvořící se na ústí mikrokapiláry, tvorba bubliny plynu v dvoufázovém mikrofluidním toku směsi kapalina-plyn, tvorba kapky kapaliny ve mikrofluidním toku směsi dvou nemísitelných kapalin (segmentovaný tok), štěpení a/nebo koalescence bublin či kapek. To umožní studentům „na vlastní oči“ pozorovat další jevy, které jsou předmětem výuky předmětů zaměřených na mikrotechnologie. Vysokorychlostní kamera rovněž umožňuje pozorování rychlých mechanických pohybů akčních prvků (např. sledování regulačních překmitů) a nástrojů (vznik třísky při mikroobrábění). Možnost pozorování pomalejších jevů je zcela zachována.</p> <p>Nová zařízení byla uvedena do provozu a otestována. Na pracích se podíleli zejména Ing. Jiří Lindner, Ph.D., Doc. Ing. Michal Příbyl, Ph.D., Doc. Ing. Dalimil Šnita, CSc. několik diplomantů a postgraduálních studentů ÚCHI.</p> <p>Soubory zařízení pořízené v rámci tohoto projektu v letech 2009-10 se využijí pro inovovanou výuku předmětu <i>N409055 Multifunkční chemické a biochemické mikrosystémy</i>. Kromě toho se v blízké budoucnosti počítá zejména s jejich uplatněním v rámci nově akreditovaného studijního programu „Nano a mikro- technologie v chemickém inženýrství“.</p>
4	<p>(403) Zřízení stanoviště pro laboratorní úlohu „Měření preferenčních sorpcí složek binárních kapalných směsí v polymerních membránách“, kde bude instalován zakoupený interferometr. K uvedené laboratorní úloze bude vypracován podrobný návod, který bude umístěn na webových stránkách VŠCHT Praha, Ústavu fyzikální chemie. Návod se bude zabývat nejen vlastním postupem, ale podrobně i teoretickým rozбором problému a zpracováním experimentálních dat, která budou korelována rovnicemi založenými na molekulárních modelech.</p> <p>Tento výstup zahrnoval nejprve výběr a zakoupení vhodného diferenciálního refraktometru (interferometru). Na základě porovnání produktů na trhu byl vybrán BI-DNDC Differential Refractometer (ve variantě pro statická měření) a BI-DNDCW software, dodavatel: WGE Dr. Bures GmbH&Co KG, Hauptstr. 20, D-14624 Dallgow. Interferometr se pořídil částečně z prostředků projektu (300 tis. Kč) a částečně z investičních prostředků Ústavu fyzikální chemie (72 tis. Kč). Z prostředků rozvojového projektu nebyly pro tento účel požadovány žádné neinvestiční prostředky. Řídicí počítač se zakoupil za neinvestiční prostředky Ústavu fyzikální chemie a spotřební materiál (membrány, chemikálie, kapiláry, injekční stříkačky, sklo) z finančních prostředků školy určených k úhradě provozu studentských laboratoří.</p> <p>Interferometr BI-DNDC využívá deflekčního principu a může pracovat ve dvou módech: statickém (vsádkový režim) nebo dynamickém (kontinuálně průtočný systém pro HPLC). Pro potřeby laboratorní stanice byl zakoupen přístroj pro vsádkový režim, neboť odpadá nutnost pořízení HPLC. Ve statickém módu se přístroj využívá ke stanovení změny indexu lomu se změnou koncentrace látek v roztoku a získaná data lze využít např. při stanovování molekulové hmotnosti látek metodou rozptylu světla. Po kalibraci je možné přístroj použít také jako měřič koncentrace u binárních kapalných směsí což, je využito v připravené laboratorní práci.</p>

	<p>Zmíněný interferometr byl připojen k počítači a za využití dodaného software byla vzniklá aparatura oživena a otestována při modelovém proměření laboratorní úlohy. Tím vznikla nová laboratorní stanice (celkové foto viz Příloha 2) pro naplánovanou modernizaci výuky v oblasti měření preferenčních sorpcí složek binárních kapalných směsí v polymerních membránách. Na vybudované laboratorní stanici bude probíhat výuka předmětu <i>N403019 Laboratoř speciálních metod oboru Fyzikální chemie</i>. Návod na laboratorní úlohu „Stanovení totální a preferenční sorpce polymerních membrán v binárních kapalných směsích“ je volně přístupný jednak na webových stránkách ústavu fyzikální chemie - http://www.vscht.cz/fch/cz/vyuka/N403019.html a jednak v Příloze 3 k této zprávě. Návod byl koncipován jako komplexní soubor informací o dané problematice, a tedy se neomezuje pouze na instrumentaci měření, resp. popis obsluhy přístroje, ale také uceleně seznamuje s potřebnou teorií a uvádí obecné postupy při zpracování dat a interpretaci výsledků. Proto poslouží jako pedagogická pomůcka i studentům, kteří si zapsali základní kurs <i>N403011 Fyzikální chemie I</i> nebo pokročilejší kursy <i>N403014 Fyzikální chemie II</i> a <i>N403016 Fyzikální a koloidní chemie</i>, čímž se cílová skupina studentů značně rozšíří.</p> <p>Na zpracování výstupu č. 4 se podíleli: Ing. Štěpán Hovorka jako koordinátor prací na Ústavu fyzikální chemie, doc. Ing. Lidmila Bartovská, CSc. a Ing. Alena Randová.</p>		
5	<p>Inovovaná výuka v předmětech (kód předmětu a rozsah - počet hodin přednášek/seminářů / laboratoří) : Senzory a senzorové systémy N444019 (2/0/2), Laboratoře oboru inženýrská informatika N445038 (0/0/6), Diagnostika materiálů N126006 (2/0/0), Multifunkční chemické a biochemické mikrosystémy N409055 (2/0/0), Laboratoř speciálních metod oboru Fyzikální chemie N403019 (0/0/8).</p> <p>Výsledky řešení kontrolovatelných výstupů 1-4 (viz předchozí buňky této tabulky) se promítnou počínaje letním semestrem akademického roku 2010-2011 do inovované výuky všech zde uvedených předmětů. Návod na novou laboratorní úlohu a podrobnější dokumentace vytvořených stanic včetně fotografií jsou v přílohách této závěrečné zprávy.</p>		
Změny v řešení	Pokud došlo v průběhu řešení ke změnám, uveďte je, vysvětlete příčinu, v případě, že jste žádali o jejich povolení MŠMT, uveďte č.j.vyřízení této žádosti.		
	č.	Jednotlivé změny (přidejte řádky podle potřeby)	Zdůvodnění (případně č. j. vyřízení žádosti na MŠMT)
	1	navýšení investičních prostředků určených na stavební úpravy z 60 tis. Kč na 157 tis. Kč	příležitost rekonstruovat větší prostory, které by sloužily pro laboratoř depozic (místnost B226) - příležitost byla vázána pouze na kalendářní rok 2010
	2	snížení investičních prostředků určených na nákup samostatných movitých strojů a zařízení z 1010 na 913 tis. Kč	kompenzace navýšení z předchozího řádku, tak aby celkový objem investičních prostředků zůstal zachován; v přihlášce projektu plánovaný zdroj elektrického proudu a napětí za 70 tis. Kč se zakoupil z jiných prostředků; lodičkový evaporátor na kovy byl pořízen podstatně levněji, než se očekávalo - proto nenastala újma na řešení projektu jako celku
	3	přesun částky 94 tis. Kč z položky <i>Služby a náklady nevýrobní</i> do položky <i>Materiální náklady</i>	komerčně nedostupné přípravky pro laboratorní stanice na základě návrhu řešitelů a četných dodatečných konzultací a upřesnění vyrobili ve svých dílnách technici ústavů 126, 409 a 444 v rámci svého pracovního úvazku na škole - tím se ušetřila částka za <i>Služby a náklady nevýrobní</i> , která se následně mohla využít k nákupu příslušenství k budovaným laboratorním stanicím (čerpáno z položky <i>Materiální náklady</i>)
	4		
	5		
Přehled o pokračujícím projektu	Pokud se jedná o pokračující projekt, uveďte, od kdy se realizuje a kolik finančních prostředků již bylo vyčerpáno. V případě, že je plánováno pokračování projektu v dalších letech, uveďte výhled do budoucna.		
	Rok realizace	Čerpání fin. prostředků (souhrnný údaj)	Poznámka (případně výhled do budoucna)
	léta 2009 a 2010	kapitálové prostředky 2120 běžné prostředky 930 z toho stipendia 70 mzdy 553	Projekt č. 21/14, jehož závěrečná zpráva se zde předkládá, navázal na Rozvojový projekt MŠMT 2009: " <i>Analytické, informační a komunikační technologie při pořizování a analýze vícerozměrných dat a mikrotechnologické postupy přípravy senzorů</i> ",

			a to konkrétně na jeho podprojekt "Mikrotechnologické postupy přípravy senzorů v oblasti chemie a biochemie: výuka studentů a praktické aplikace". Finanční prostředky uvedené v předchozí buňce tabulky představují sumu čerpání podprojektu "Mikrotechnologické postupy..." za rok 2009 a projektu č. 21/14 za rok 2010. Přitom v roce 2010 už nebyly k dispozici stipendia ani mzdy. V roce 2011 projekt nepokračuje.

Poznámka: V případě, že potřebujete sdělit další doplňující informace, uveďte je v příloze.

Specifikace čerpání finanční dotace na řešení projektu (vyplnit za celý projekt)			
		Přidělená dotace na řešení projektu - ukazatel I (v tis. Kč)	Čerpání dotace (v tis. Kč)
1.	Kapitálové finanční prostředky celkem	1170	1170
1.1	Dlouhodobý nehmotný majetek (SW, licence)	100	100
1.2	Samostatné věci movité (stroje, zařízení)	1010	913
1.3	Stavební úpravy	60	157
2.	Běžné finanční prostředky celkem	423	423
	Mzdové náklady:		
2.1	Mzdy (včetně pohyblivých složek)	0	0
2.2	Odměny dle dohod o pracích konaných mimo pracovní poměr	0	0
2.3	Odvody pojistného na veřejné zdravotní pojištění a pojistného na sociální zabezpečení a příspěvku na státní politiku zaměstnanosti a přírůdky do sociálního fondu	0	0
	Ostatní:		
2.4	Materiální náklady (včetně drobného majetku)	303	397
2.5	Služby a náklady nevýrobní	120	26
2.6	Cestovní náhrady	0	0
2.7	Stipendia	0	0
3.	Celkem běžné a kapitálové finanční prostředky	1593	1593

Bližší zdůvodnění čerpání v jednotlivých položkách (přidejte řádky podle potřeby)

Číslo položky (viz předchozí tab.)	Název výdaje a jeho zdůvodnění	Částka (v tis. Kč)
1.1	software ke kameře OLYMPUS i-SPEED - nezbytné pro provoz následující položky	100
1.2	barevná vysokorychlostní kamera OLYMPUS i-SPEED s vnitřní pamětí a příslušenstvím + tříosá polohovací jednotka pro precizní nastavení polohy kamery - tato sestava slouží pro pozorování rychlých jevů v mikrofluidice na vybudované stanici (Ústav chemického inženýrství)	300
1.2	BI-DNDC Differential Refractometer + Static Mode and BI-DNDCW software spoluúčast Ústavu fyzikální chemie ve výši 72 tis. Kč - jádro nové laboratorní stanice vybudované na Ústavu fyzikální chemie	300
1.2	SONIMIX 3030-Perm - příprava plyných směsí permeační metodou	191
1.2	jednotka posuvů GRAVOS GV21B - společně s tryskou zakoupenou z jiných zdrojů umožní zavést novou technologii - připravovat citlivé vrstvy senzorů metodou tisku	90
1.2	lodičkový odpařovač na kovy - depozice katalyzátoru na citlivé vrstvy; dodaný společně s vakuovým kryostatem - dohromady uplatněno jako navýšení hodnoty investice (vakuové komory)	32
1.3	rekonstrukce rozvodů elektro v laboratoři B226	71
1.3	vybudování nových rozvodů vody a plynu (včetně montážní šachty)	44
1.3	nivelace podlahy a pokládka speciálního linolea	42
2.4	triaxiální konektory 12x CS630, 5x 237-TRX-TBC, 10 m stíněného kabelu SC9, 3 m stíněného kabelu SC93 - součást přípravku pro testování senzorů ve stejnosměrném režimu	33
2.4	triaxiální kabely: 237-ALG-2, 7078-TRX-3, 7078-TRX-10, 7078-TRX-20 - součást přípravku pro testování senzorů ve stejnosměrném režimu	17
2.4	USB HUB D-link 7 port, 3x USB/RS232 - součást přípravku pro testování senzorů ve stejnosměrném režimu	5
2.4	teflon - konstrukční materiál pro měřicí celu na testování senzorů	5
2.4	keramické kondenzátory 10nF/3000 V	4
2.4	termočlánek s vakuovou průchodkou - sledování teploty sensorového substrátu ve	18
2.4	trafosvářečka NORDICA - zdroj velkých proudů pro lodičkový evaporátor kovů	3
2.4	HW interpolátor pro CNC řízení posuvu ve vakuové komoře	4
2.4	solenoidový ventil na agresivní plyny - doplněk vakuové komory	3
2.4	kontejner na kapalný dusík včetně manipulačního vozíku - nezbytné pro nanášení vrstev technologií MAPLE	29
2.4	filtrační jednotka na vzduch AMC - pro zajištění provozních podmínek laseru Nd:YAG v laboratoři B 226 (nízká prašnost vzduchu)	13
2.4	mosaz, fosforbronz - konstrukční materiály a těsnění do vakuové komory	5
2.4	niklový target - nanášení katalyzátoru na citlivé vrstvy senzorů	5
2.4	reflexní sonda pro rychlou optickou diagnostiku organických aktivních vrstev	30
2.4	optické vlákno pro UV oblast (k reflexní sondě)	10
2.4	generátor ozonu	11
2.4	pomocná mikrokamera Dino-Lite MZK 3701 V - pro snímání toku kapalin v mikroreaktorech	16
2.4	peristaltická pumpa LAMDA PRECISFLOW - hnací zařízení na kapaliny v laboratoři mikrofluidiky	39
2.4	injekční dávkovač LAMBDA VIT-FIT + napájecí zdroje - hnací zařízení na kapaliny v laboratoři mikrofluidiky	36
2.4	zbytek čerpání spotřební materiál (elektronické součástky, konektory, chemikálie, tedlarové vaky na plyny, chromatografické dávkovače) - úhrnná částka za všechny ústavy	111

2.5	zakázková výroba speciálních dílů na CNC obráběcím stroji	20
2.5	montáž komponent do vakuové komory - bylo nutno zadat specializované firmě	6