

DIAGNOSTIKA A MATERIÁLOVÝ VÝZKUM

KATALOG SLUŽEB



**FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ
ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY
V PLZNI**

RICE

KONTAKT

Fakulta elektrotechnická

Katedra materiálů a technologií
Research and Innovation Centre for Electrical Engineering

Západočeská univerzita v Plzni

Univerzitní 8, 306 14 Plzeň
IČO: 49777513 DIČ: CZ49777513

doc. Ing. František STEINER, Ph.D.

vedoucí skupiny Diagnostika
telefon: +420377634535, +420725952185
e-mail: steiner@fel.zcu.cz

prof. Ing. Aleš HAMÁČEK, Ph.D.

vedoucí skupiny Materiálový výzkum
telefon: +420377634533, +420725032787
e-mail: hamacek@fel.zcu.cz



OBSAH

Termické analýzy a FTIR	4
Diagnostika elektronických struktur, PCB a součástek	5
Mikroskopie a materiálografie	6
Výpočetní tomografie	7
Klimatické a tepelné zkoušky	8
Testování pájitelosti DPS a součástek	8
Akustické laboratoře	9
Diagnostická měření mechanických veličin.....	10
Měření iontových znečištění	10
Vysokonapěťové aplikace	11
Dielektrická spektroskopie	11
Diagnostická měření elektrických veličin	12
Prostorový náboj	12
Kapalná dielektrika	12
Kalibrační laboratoř	13
Optoelektronická měření	13
Počítačový návrh el. obvodů, simulace a příprava technologických dat	14
VF měření a simulace	14
Plasmatická úprava povrchů	15
Depozice materiálů	15
Substráty pro výkonové aplikace	17
UV-VIS spektrofotometrie	17
Testování a diagnostika senzorů plynů	18
Tištěná elektronika	18
Smart textilie	19
Internet věcí a SMART technologie	20
Zkoušky elektromagnetické kompatibility (EMC)	21
Procesní řízení	22

NABÍDKA

Nabízíme spolupráci, konzultační nebo poradenskou činnost v následujících oblastech nebo využití uvedeného zařízení:

Technologie kontaktování, propojovací struktury a pouzdření elektronických sestav.

Návrh a vývoj inteligentních senzorů a multisenzorových systémů.

Výzkum v oblasti smart textilií (integrace, kontaktování, pouzdření, senzory, antény).

Návrh a realizace nositelné elektroniky a chytrých textilií pro oblast zdravotní, následně a sociální péče.

Diagnostika elektroizolačních systémů a on-line monitoring.

Zkoušky pro vysokonapěťové elektroizolační systémy.

Termická analýza (termomechanická analýza, dynamická mechanická analýza, diferenční skenovací kalorimetrie, simultánní termická analýza) a širokopásmová dielektrická spektroskopie BDS.

Infračervená spektroskopie FTIR.

Analýzy pevných, kapalných i plyných látek.

Určování teploty skelného přechodu, teploty tavení, určování teplotní či váhové stability materiálů, analýza uvolněných plynů doprovázejících tepelný rozklad materiálů, měření délkové teplotní roztažnosti.

Sledování technologické kázně a hlídání jakosti dodávek.

Mikroskopie (laserová konfokální, fluorescenční, optická, elektronová), měření v 3D.

Materiálografie a obrazová analýza.

Klimatické zkoušky.

Diagnostika elektronických součástek, desek plošných spojů a propojovacích struktur.

Odolnost proti rušení.

Měření hluku.

Elektroakustická měření.

Stavební a prostorová akustika.

Zkoušky zvukové techniky.

Návrh měřicích a diagnostických metod.

Akreditované zkoušky v oblasti EMC a zkoušky odolnosti prostředí.

Pracoviště nabízí spektrum svých služeb podnikům, výzkumným organizacím i jednotlivcům (např. studentům bakalářských, magisterských i doktorských programů). Spolupráce je možná formou odborných konzultací, zakázek, vypisováním témat pro diplomové či disertační práce, řešením společných grantových úkolů, a pod.

TERMICKÉ ANALÝZY A FTIR

Strukturální analýzy jsou efektivním nástrojem, který pomáhá určit vlastnosti a chování látek, jednotlivých materiálů či celých materiálových systémů. Pracoviště je vybaveno všemi důležitými technikami termické analýzy (DSC, STA, TMA a DMA) a infračervenou spektroskopií s Fourierovou transformací.

Vybrané možnosti měření

Fázové přechody: měření teploty skelného přechodu (T_g), teploty krystalizace (T_c), teploty tavení (T_m), měření oxidační stability, aj.

Měření entalpie chemických reakcí (entalpie vytvrzování, síťování, tavení, dekompozice...).

Analýza úrovně vytvrzování/síťování reaktoplastů a termoplastů.

Analýza kinetických parametrů chemických reakcí (určování velikosti aktivační energie, předexponenciálního faktoru, rychlostní konstanty).

Měření koeficientu délkové teplotní roztažnosti (CTE).

Měření mechanických vlastností dynamickou mechanickou analýzou.

Měření váhové stability materiálů.

Určování množství anorganických či organických plniv.

Analýza plynů uvolněných v průběhu termického rozkladu materiálů.

Analýza produktů stárnutí elektroizolačních kapalin: detekce produktů oxidace a nitrace, detekce úrovně antioxidantů.

Analýza složení pevných a kapalných materiálů (kvalitativní analýza).

Řízení jakosti výroby a vstupních dodávek materiálů, analýza kontaminace.

◀ Diferenční skenovací kalorimetrie (DSC)

TA Instruments DSC Q2000

Teplotní rozsah: -90 až 550 °C

Možnost měření v módu modulované DSC (MDSC), přístroj vybaven UV zdrojem pro analýzu vytvrzování reaktoplastů pomocí UV záření.

◀ Simultánní termická analýza (STA)

TA Instruments SDT Q600 a SDT Q650

Teplotní rozsah: teplota okolí až 1500 °C

Přístroj umožňuje simultánní záznam změny váhy a vývoje tepelného toku v průběhu ohřevu vzorku (tj. simultánní analýza TGA + DSC). K přístroji lze jednoduše připojit také infračervený spektrometr a analyzovat tak složení rozkladových plynů v průběhu celé zkoušky. Modulovaná TGA (MTGA, pro studium kinetiky).

◀ Termomechanická analýza (TMA)

TA Instruments TMA Q400EM

Teplotní rozsah: -150 až 1000 °C

Možnost měření i v dynamickém módu (DTMA), tj. aplikace sinusového mechanického namáhání.

◀ Dynamická mechanická analýza (DMA)

TA Instruments DMA Q800

Teplotní rozsah: -150 až 600 °C

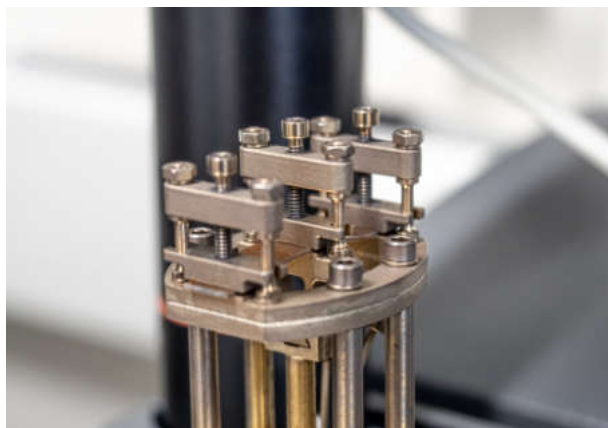
Přístroj je vybaven nastavci na měření v režimu: jednoduše/dvojitě vetknutého nosníku, třibodového ohybu, měření ve smyku, tlaku a tahu. Možnost měřit tahové vlastnosti fólií a vláken.

◀ Infračervený spektrometr s Fourierovou transformací (FT-IR)

Thermo Scientific Nicolet 380

Spektrální rozsah: 400 až 4000 cm⁻¹

Přístroj je vybaven nastavci na měření v režimu ATR (zeslabená úplná reflektance), transmise, TGA-FTIR (analýza rozkladných plynů).



DIAGNOSTIKA ELEKTRONICKÝCH STRUKTUR, PCB A SOUČÁSTEK

Pro diagnostiku elektronických struktur, PCB a součástek jsou nejčastěji používány metody optické, elektronové, fluorescenční, laserové a AFM mikroskopie. Součástí analýzy může být vyčlenění zájmové oblasti pomocí diamantové pily a následné vytvoření materiálografických výbrusů. Diagnostika PCB, LTCC a dalších propojovacích struktur.

Posuzování kritérií přijatelnosti elektronických sestav dle IPC-A-610.

Posuzování kritérií přijatelnosti desek plošných spojů dle IPC-A-600.

Diagnostika aktivních a pasivních součástek.

Dekapsulace čipů.

Diagnostika pájení.

Diagnostika mechanických poruch (lomy, praskliny).



MIKROSKOPIE A MATERIÁLOGRAFIE

Detailní zobrazení povrchu předmětů s vysokým rozlišením je častým požadavkem při diagnostice materiálů, kontrole vyráběných komponentů nebo při studiu defektů. Laboratoř mikroskopie je vybavena optickými mikroskopy, laserovým konfokálním mikroskopem a AFM mikroskopem. Disponuje také metodami a prostředky pro zobrazování a záznam objektů při zvětšení 10x – 100 000x.

Přesné měření rozměrů při zvětšení 5x – 150 000x.
Bezkontaktní měření drsnosti při zvětšení 150x – 150 000x.
3D rekonstrukce povrchů.
Příprava materiálografických výbrusů.
Prvková analýza EDS.

◀ Laserová konfokální mikroskopie

Olympus LEXT OLS5000

Zvětšení max. **17280x**

Rozlišení v ose X, Y – **120 nm**, v ose Z – **0,5 nm**

Barevná 3D rekonstrukce povrchů.

Měření liniové drsnosti dle normy ISO4287.

Měření plošné drsnosti dle normy ISO25178.

◀ Elektronová mikroskopie

Zvětšení max. **100 000x**

Rozlišení **17 nm**

Prvková analýza (EDS).

Mapování prvků v obraze a liniové snímání prvků.

◀ AFM Mikroskopie

Zvětšení max. **150 000x**

Rozlišení až **1 nm**

Oblast max. **20 μm x 20 μm x 3 μm**

Kontaktní a bezkontaktní mód.

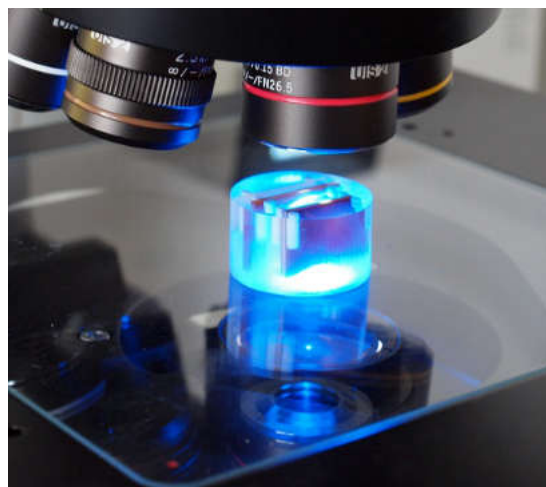
3D rekonstrukce povrchů.

◀ Fluorescenční mikroskopie

Zvětšení max. **3200x**

Plně motorizovaný stolek.

Vysoce citlivá kamera.



VÝPOČETNÍ TOMOGRAFIE

Výpočetní tomograf v|tome|x je univerzální nástroj vhodný pro rychlou inspekci vzorků v dvourozměrném prostoru. Dále lze pomocí tomografu vytvořit třídimenzionální model dodaného vzorku a provádět na něm přesná měření a analýzy.

Na dodaných vzorcích lze provést následující analýzy

Analýza pórů a inkluzí uvnitř vzorku. Včetně určení jejich velikosti, pozice, statistického i grafického vyhodnocení. Analýzu lze provést i dle standardů P201/202.

Měření geometrických rozměrů. Analýzu lze provést i pro běžné měřicí nástroje nepřístupné místa.

Porovnání nominálního a skutečného modelu. Touto analýzou lze zjistit odchylky mezi návrhem dílu (CAD data) a zrekonstruovanými daty z reálného vzorku. Ve výsledku jsou graficky zobrazeny odchylky jednotlivých míst.

Měření tloušťky stěn vzorku. Lze provést analýzu tloušťky stěny celého vzorku a následně je graficky zobrazit.

Analýza vláken vyztužených kompozitů. Lze určit lokální i globální orientaci vláken, jejich objem v materiálu. Výsledky lze statisticky zpracovat i graficky zobrazit.

◀ Počítačový tomograf

GE phoenix v|tome|x s 240

240 kV/320 W a 180 kV/15 W rentgenové trubice.

Max průměr vzorku **250 mm**.

Max. výška vzorku **400 mm**.

Max. hmotnost vzorku **10 kg**.



KLIMATICKÉ A TEPELNÉ ZKOUŠKY

Vybavení laboratoře klimatických zkoušek je využíváno k simulaci prostředí, které slouží k ověření funkčnosti elektrických zařízení v daných podmínkách, nebo ke zjištění vlivu prostředí na vlastnosti a životnost materiálů a zařízení prostřednictvím normalizovaných zkoušek. Na některé tyto zkoušky je laboratoř akreditována Českým institutem pro akreditaci a disponuje kalibrovanou klimatickou komorou o objemu 180 litrů, která umožňuje simulovat prostředí o teplotách od -70 do 180 °C a relativní vlhkosti 10 až 98 % RH. Laboratoř dále disponuje šokovou klimatickou komorou, která umožňuje simulovat rychlou změnu teploty. Laboratoř dále disponuje komorou pro zkoušky korozním prostředím. Dále je k dispozici komora pro zkoušky vlivu škodlivých emisí. Zkoušky vlivu prostředí lze využít jednak v rámci vývoje elektrických zařízení pro ověření jejich funkčnosti při různých klimatických podmínkách anebo k posouzení životnosti zkoušeného vzorku.



Možnosti komor

Vlhké teplo v rozsahu 10 – 98 % RH.

Suché teplo do 350 °C.

Zkoušky chladem do -70 °C.

Kombinace zkoušek klimatem a vibracemi.

Solná mlha.

Škodlivé emise (Cl₂, SO₂, NOX, H₂S).

Rychlé změny teploty mezi -80 °C a 220 °C.

Muflová pec do 1350 °C.

Kondenzační komora 100 % RH.

Kombinované stárnutí izolantů střídavým (24 kV), pulzním (±5 kV) napětím a teplotou až do 300 °C.

Zkoušky životnosti materiálů.

Zkoušky vlivu prostředí (teplota, vlhkost, vibrace, korozní prostředí)

Funkční zkoušky zařízení.

Akreditované klimatické zkoušky.

Dlouhodobé stárnutí izolantů teplotou a/nebo střídavým, pulzním napětím.

Simulace prostředí.

TESTOVÁNÍ PÁJITELOSTI DPS A SOUČÁSTEK

K ověření kompatibility bezolovnatých i olovnatých pájecích slitin a povrchových úprav vývodů součástek a desek plošných spojů jsou v laboratoři propojovacích struktur využívány testery pájitelnosti MUST. Aby bylo možné posuzovat pájitelnost za stejných podmínek jako v praxi, je tester dále vybaven dusíkovým zákrytem pro zajištění inertní atmosféry.

Ponořovací test (Dip and Look Test).

Test metodou smáčecích vah (Wetting Balance Test).

Test roztékavosti – zařízení pro pájení v parách.

Bezolovnatá pájka SAC305, olovnatá pájka.

Sn60Pb40, testování v ochranné dusíkové atmosféře.

AKUSTICKÉ LABORATOŘE

◀ Bezodrazová komora

Splňuje požadavky: ČSN EN ISO 3745

Dolní mezní frekvence: 90 Hz

Objem komory: 128,3 m³

Světelné rozměry místnosti: 5,0 x 4,1 x 6,4 m

Možnost nastavení teploty: 20 - 30 °C

◀ Dozvuková komora

Splňuje požadavky: ČSN EN ISO 354

Rozměry místnosti: 6,8 x 5,3 x 6,1 m

Objem komory: 214,9 m³



Měření hluku, frekvenční analýza zvuku ve slyšitelném pásmu (analýza FFT a 1/n-oktávová analýza).

Měření akustického výkonu ve volném poli i pomocí měření akustické intenzity.

Měření akustické intenzity, lokalizace zdroje zvuku pomocí mapování akustické intenzity.

Měření přenosových parametrů elektroakustických měničů.

Měření směrových charakteristik vyzařování akustických zdrojů.

Měření vibrací.

Měření činitele pohltivosti akustických materiálů.

Měření akustických parametrů prostorů (doba dozvuku, STI-PA).

Návrh akustických úprav prostorů.

Vícekanálový záznam zvuku veřejných kulturních akcí.

Většina přístrojového vybavení je mobilní, měření lze realizovat v terénu.

Vybavení akustických laboratoří

Analyzátor Brüel & Kjaer PULSE 3560C, až 9 kanálů (software FFT & CPB Analysis, Noise Source Identification, Sound Quality, Datarecorder, Order Analysis).

Mikrofony Brüel & Kjaer 4190 pro volné pole, Brüel & Kjaer 4943 pro difúzní pole, mikrofon pro nízké hladiny zvuku Brüel & Kjaer 4955.

1-osové a 3-osové nábojové i napěťové akcelerometry.

Sondy pro měření akustické intenzity Brüel & Kjaer 3599.

Ruční zvukoměry Brüel & Kjaer 2260, 2231, NTI XL2.

Dálkově řízená točna pro měření směrových charakteristik akustických zdrojů.

Výkonové zesilovače, vícekanálové signálové procesory, ekvalizéry, AD/DA převodníky (Sabine, Rane, RME).

Akustické zdroje (bodové, všesměrové, reproduktorové soustavy).

Mobilní 24-kanálový HDR záznamový systém Alesis HD24.

2-kanálové ruční rekordéry Sony, Marantz, Tascam.

DIAGNOSTICKÁ MĚŘENÍ MECHANICKÝCH VELIČIN

K posuzování mechanických vlastností materiálů jsou na pracovišti k dispozici zařízení, umožňující statické zkoušky tahem, tlakem a ohybem za normální i zvýšené teploty a rázové zkoušky v ohybu pro kovové i nekovové materiály. Pracoviště je dále schopno nabídnout měření tvrdosti plastů dle metodik Shore A a Shore D (ISO 868, ASTM D2240).

Dvě zařízení pro přesná digitální měření mechanických vlastností materiálů do 100 kN a 1 kN.

Teplotní závislosti parametrů až do 250 °C a do 10 kN.

Univerzální zkušební zařízení pro tahovou, tlakovou a ohybovou zkoušku.

Rázová houževnatost (Charpy) 50 J.



MĚŘENÍ IONTOVÝCH ZNEČIŠTĚNÍ

Měření iontových nečistot je důležitou metodou posouzení čistoty montovaných komponentů nebo funkčních celků, jejichž znečištění pak může způsobit výrazné snížení funkčních parametrů. Právě taková měření umožňuje kontaminometr (ionograf), kterým je laboratoř vybavena.

Měření iontových nečistot na DPS.

Měření iontových nečistot na součástkách.

Měření iontových nečistot na osazených DPS.

◀ Kontaminometr Concoat CM11

Měřicí rozsah: 0,01 - 30 NaCl/cm²

Maximální rozměr.

Desky: 300 x 250 x 30 mm

Minimální povrch DPS: 100 cm²



VYSOKONAPĚŤOVÉ APLIKACE



Pracoviště provádí odborné expertizy v oblasti fyzikálně chemických jevů v elektrotechnických materiálech, návrhy a optimalizace izolačních systémů elektrických zařízení, diagnostiku izolačních systémů a diagnostiku elektrických silnoproudých systémů.

Komplexní zkoušky elektroizolačních materiálů, posouzení vhodnosti materiálů z hlediska elektrických a ostatních parametrů, materiálový i aplikační výzkum.

Vysokonapěťový prostor se zdrojem 200 kV střídavého a 130 kV stejnosměrného napětí.

Elektromagneticky stíněná komora vybavená zdrojem vysokého napětí 50 kV.

◀ Pulzní napěťové namáhání

±5 kV, 0 - 10 kHz

Kombinace s teplotním namáháním do 300 °C.

◀ Dlouhodobé elektrické stárnutí

24 kV

Kombinace s teplotním namáháním do 300 °C.

DIELEKTRICKÁ SPEKTROSKOPIE

Dielektrická spektroskopie patří mezi diagnostické metody na pomezí fyziky, chemie, elektrotechniky a materiálového inženýrství. Lze ji využít ke studiu chování kapalných i pevných látek jako je např. keramika, skla, polymery, apod.

Měření permitivity.

Měření ztrátového činitele $\tan \delta$.

Měření ve frekvenční a teplotní oblasti.

Frekvenční spectrum: 3 mHz až 40 Mhz.

Teplotní rozsah: -160 °C až +400 °C.

Analýza probíhajících dějů pomocí speciálního software.



DIAGNOSTICKÁ MĚŘENÍ ELEKTRICKÝCH VELIČIN

Mezi vybavení laboratoři patří zařízení umožňující sledovat ztrátový činitel, permitivitu, elektrickou pevnost, částečné výboje, izolační odpor, vnitřní a povrchovou rezistivitu.

Veličiny je možné sledovat ve frekvenční, napěťové a teplotní závislosti.

Ztrátový činitel, permitivita, elektrická pevnost, částečné výboje, izolační odpor, vnitřní a povrchová rezistivita, plazivé proudy.

Frekvenční, napěťové a teplotní závislosti měřených veličin.

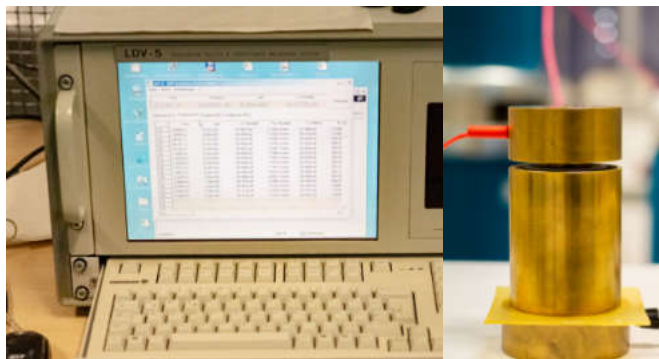
Analyzátor pro měření $\tan \delta$: automaticky se záznamem hodnot LDV5 - testovací napětí 100 kV.

Automatický analyzátor olejů a pevných dielektrik 2830/2831 HAEFELY - testovací napětí 2,5 kV, Testovací teplota okolí - 250 °C.

Metoda pro záznam absorpčních a resorpčních proudů s automatickým záznamem hodnot Keithley 6517A.

Měření vnitřní a povrchové rezistivity.

CTI porovnávací index podle IEC 60112.



Globální metoda měření částečných výbojů podle IEC 60270.

Lemka sonda pro detekci a lokalizaci částečných výbojů - přenosné zařízení k měření na místě instalace.

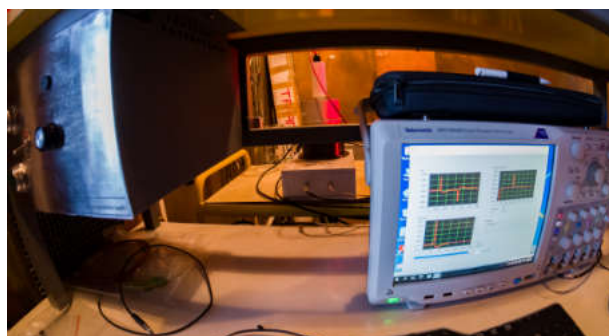
Doble PD SMART - digitální metoda pro analýzu dějů.

Výzkum v oblasti částečných výbojů při stejnosměrném napětí.

Lokalizace částečných výbojů - UV CAMERA pro laboratorní lokalizaci ČV.

PROSTOROVÝ NÁBOJ

Systém měření prostorového náboje je založený na principu pulzní elektroakustické metody - PEA (od společnosti TECHIMP). Používá se k zobrazení rozložení prostorového náboje a vyhodnocení jeho chování v polymerních izolačních materiálech.



KAPALNÁ DIELEKTRIKA

Provádíme výzkum a vývoj v oblasti kapalných dielektrik. Důraz je kladen na biodegradabilní materiály. Pro analýzu chemicko fyzikálních vlastností používáme a nabízíme:

◀ Diram Coulometer WTD a KOH

Určení obsahu vody - V organických kyselinách, alkoholech, esterech, éterech, uhlovodících, a dalších organických rozpouštědlech.

Měření vlhkosti - V léčivech, cukrech, různých tabletách a práškových extraktech.

Určení čísla kyselosti v oleji - Rozsah měření od 2 $\mu\text{gKOH/g}$ zkoumané látky.

KALIBRAČNÍ LABORATOŘ

Součástí kalibrační laboratoře je pracoviště základních elektrických veličin a pracoviště přesného kmitočtu.

◀ Pracoviště základních elektrických veličin

Pracoviště je vybaveno kalibrátorem Fluke 5500A a multimetrem Agilent 3458A. Přístroje budou výhledově pravidelně ověřovány.

	zdroj	měření
ss napětí	0 až 1000 V $\pm 0,006$ %	0 až 1000 V $\pm 0,001$ %
ss proud	0 až 11 A $\pm 0,06$ %	0 až 0,1 A $\pm 0,004$ %
st napětí	1 mV až 1000 V do 500 kHz	0 až 1000 V do 300 kHz
st proud	0,02 μ A až 11 A do 10 kHz	1 μ A až 1 A do 100 kHz
odpor	0,1 Ω až 10 M Ω $\pm 0,02$ %	0,01 Ω až 10 M Ω $\pm 0,005$ %

◀ Pracoviště přesného kmitočtu

Pracoviště umožňuje měřit kmitočty do 2 GHz a generovat do 1 GHz s rozlišením na 10 míst a přesností 10^{-10} . Ve frekvenční oblasti je možno provádět časovou, statistickou a kmitočtovou analýzu. Generované kmitočty mají velmi malý fázový šum a vynikající spektrální čistotu. Provádíme kontrolu přesnosti čítačů a přesnosti kmitočtu generátorů.

Kmitočtový subnormál synchronizovaný s GPS – NanoSync 2, Fei-Zyfer

Kmitočtový analyzátor – HP5372A, Opt. 040, Opt. 090

Generátory – HP8662A a Agilent 33522B

OPTOELEKTRONICKÁ MĚŘENÍ

Prostřednictvím specializovaného optického multimetru je možné provádět ověřování výkonu, vlnové délky a stability optických zdrojů, které pracují ve standardních přenosových pásmech infračerveného spektra. Zařízení umožňuje měřit i zdroje navázané do optického vlákna, přičemž vlákno může být zakončeno libovolným optickým konektorem.

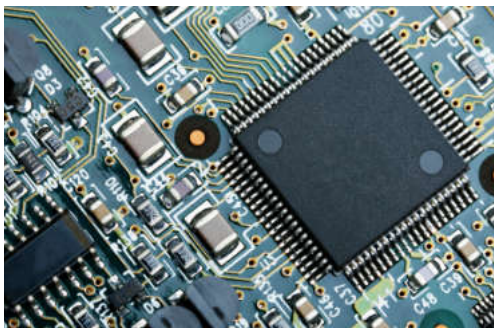
Měření optického výkonu a vlnové délky optických zdrojů v infračerveném pásmu (včetně LED a laserů s výstupem do optického vlákna).

Rozsah výkonů: - 40 dBm až +30 dBm

Rozsah vlnových délek: 900 nm až 1650 nm

POČÍTAČOVÝ NÁVRH ELEKTRONICKÝCH OBVODŮ, SIMULACE A PŘÍPRAVA TECHNOLOGICKÝCH DAT

Vývoj každého elektronického zařízení začíná návrhem obvodů, který se dnes již provádí výhradně pomocí CAD softwarů. Součástí každého návrhu jsou simulace zapojení nejen z hlediska použitých součástek, ale také z hlediska návrhu plošného spoje a použitých materiálů, včetně následného postprocessingu.



Návrh obvodů pomocí softwarů CAD.
Počítačové simulace obvodů.
Návrh desek plošných spojů.
Výroba přesných filmových matic na fotoplotru.
Příprava technologických dat (Gerber, Excellon, HPGL).
Výroba DPS.

◀ Fotoplotr MIVA 1624E T3

Rozlišení **24000 dpi**

Minimální tloušťka čáry **20 μm**

Maximální velikost předlohy **410 x 550 mm**

◀ Software

Ansoft Designer, PADS, HyperLynx, Formica, Eagle, CAM 350

VF MĚŘENÍ A SIMULACE

Softwarové vybavení našeho pracoviště umožňuje provádět návrhy a simulace planárních součástek a obvodů. Nedílnou součástí jsou také analýzy přenosu signálů na plošném spoji včetně vyhodnocení výsledků a následné optimalizace navržených přenosových cest.

Návrh a simulace planárních součástek a obvodů.
Analýza přenosu signálu na plošném spoji.
Optimalizace přenosových cest.
Měření RLC parametrů součástek.
Spektrální analýza součástek a obvodů.
Měření S-parametrů obvodu.

◀ Simulační nástroje

Ansoft Designer - simulace parametrů vodivých spojů, materiálů a technologických úprav desek plošných spojů, parametrické analýzy.

HyperLynx - odhalení kritických míst při užití konkrétních součástek a parametrů desky včetně návrhu řešení, modul LineSim a BoardSim, návrh z hlediska EMC.

◀ Měřicí technika

RLC metr Agilent - frekvenční rozsah 1 MHz – 3 GHz, měřicí stolice pro měření vývodových i SMD součástek.

Spektrální analyzátor Agilent s tracking generátorem - frekvenční rozsah 9 kHz – 3 GHz, -148 dBm DANL, výstupní úroveň tracking generátoru – 30 dBm až 0 dBm.

Vysokofrekvenční generátor Agilent - frekvenční rozsah 9 kHz – 3 GHz, výstupní úroveň signálu -127 dBm až +13 dBm , amplitudová, frekvenční, fázová a pulzní modulace.

Funkční generátor - frekvenční rozsah do 120 MHz, 2 kanály, naprogramování vlastního průběhu signálu.

Analyzátor signálové integrity - frekvenční rozsah DC až 30 GHz, 2 kanály, S-parametry, TDR systém.

PLASMATICKÁ ÚPRAVA POVRCHŮ

Pracoviště je vybaveno zařízením Plasma Brush PB3 od společnosti Relyon plasma určeným pro průmyslovou plasmatickou úpravu povrchů.

Snížení povrchového napětí povrchů před depozicí vrstev.

Precizní čištění povrchů.

Odstranění oxidových vrstev.

Funkcionalizace a aktivace povrchů.

Desinfekce povrchů od mikroorganismů.



◀ Plasma Brush

Vysoká procesní rychlost a účinnost.

Nízké teplotní namáhání substrátů.

Procesní plyn: stlačený vzduch, N₂, Ar₂, formovací plyn N₂+H₂

Rychlost pohybu až **200 mm/s**.

Široká škála použitelných substrátů - Termoplasty PP, ABS, PE, PET, POM, Elastomery, Epoxidy, Polyestery, CFK, GFK, textilie, papír, kovy, skla a keramiky i přírodní materiály.

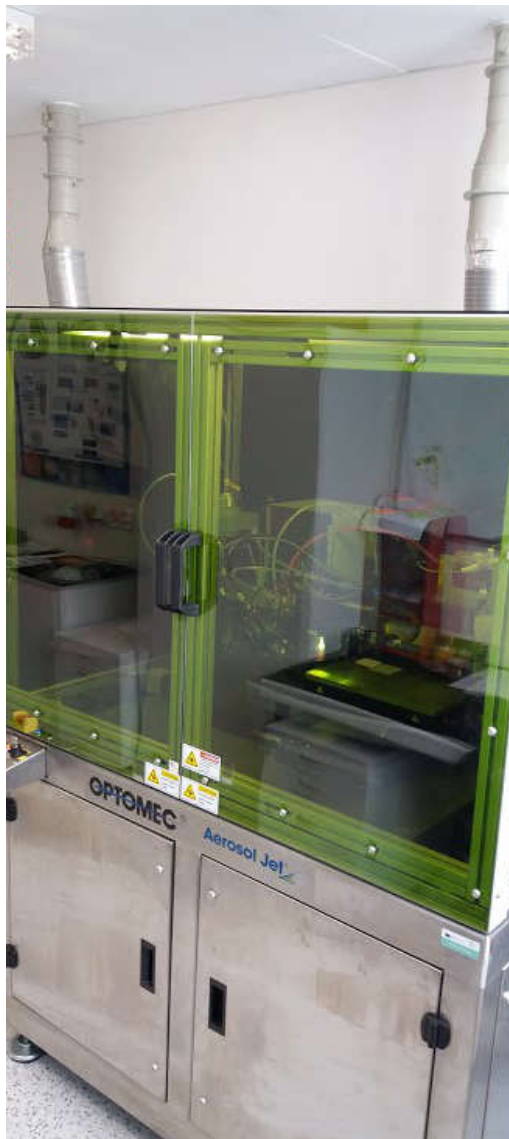
DEPOZICE MATERIÁLŮ

V oblasti depozice materiálů je pracoviště vybaveno kromě standardních laboratorních technik „spin coating“ a „dip coating“ i průmyslovými depozičními zařízeními „Aerosol Jet Printing“, sítotiskovým strojem a zařízením pro vakuové depozice materiálů.

◀ Aerosol Jet Printing – AJP

Jedná se o unikátní patentovanou technologii sloužící k selektivní depozici materiálů metodou Aerosol Jet Printing. Metoda Aerosol Jet Printing (AJP) je aditivní selektivní depoziční technika, která umožňuje miniaturizaci elektronických systémů, realizaci jemných vodivých motivů a integraci pasivních součástek bez nutnosti přípravy masek a filmových předloh. Patentované řešení selektivní depozice, které je zcela odlišné od principu inkoustové tiskárny, využívá aerodynamického proudu nosného plynu pro soustředění aerosolu deponovaného materiálu na přesně definovanou plochu substrátu. Je to jediné zařízení tohoto typu v České republice i v celé východní Evropě.

◀ Parametry Aerosol Jet Printing



Bezkontaktní depozice širokého spektra organických i anorganických materiálů, nanouhlíkových struktur a bioaktivních látek.

Přímý tisk motivů bez nutnosti přípravy filmových matic nebo šablon.

Přímý návrh motivů v prostředí AutoCAD.

Tisk na širokou škálu substrátů (Termoplasty PP, ABS, PE, PET, PEN, PI, PA, Elastomery, Epoxidy, Polyestery, textilie, papír, kovy, skla a keramiky, přírodní materiály).

Tisk na nerovné a strukturované substráty s výškou nerovností až 10 mm.

Minimální šířky čar až 10 μm .

Minimální tloušťka deponovaných vrstev od 100 nm

Rozsah viskozit inkoustů:

Pneumatický atomizér: 1 - 1000 cP

Ultrazvukový atomizér: 1 – 5 cP

Minimální množství inkoustu:

Pneumatický atomizér: 10 ml

Ultrazvukový atomizér: 1 ml

Nízké teplotní namáhání použitých substrátů a tiskových materiálů během procesu depozice.

Možnost přímého laserového selektivního sintrování, laser 700 mW 830 nm IR.

Přesnost +/- 10 μm v osách X, Y s opakovatelností +/- 1 μm .

◀ Sítotisk

Pracoviště je vybaveno průmyslovým sítotiskovým strojem EKRA E2. Sítotiskový stroj umožňuje selektivní depozici funkčních materiálů metodami sítotisku a šablonového tisku. Díky širokému příslušenství a variabilnímu systému stolků umožňuje sítotiskový stroj nanášet materiály v podobě homogenních celoplošných vrstev i v podobě jemných motivů na téměř libovolné pevné, flexibilní i textilní substráty.

Možnost tisku přes síto i šablonu.

Kamerový systém MOPS s variabilním osvětlením pro přesné sesazení tisků.

Maximální potisknutelná plocha: 370 x 450 mm

Maximální tloušťka substrátu: 75 mm

Přesnost tisku: $\pm 10 \mu\text{m}$

Rychlost těrky: 10 až 170 mm/s

Přítlak těrky: 10 až 250 N

Odtrh síta: 1,5 až 5 mm

Vakuová nebo mechanická fixace substrátů

Nastavitelný úhel těrky.

◀ Vakuové depoziční zařízení

Pracoviště je vybaveno laboratorním zařízením od Polaron Instruments pro depozici tenkých vrstev metodami vakuového napařování a magnetronového napařování. Mezi hlavní aplikace patří příprava vzorků pro elektronovou mikroskopii, zvodivění povrchů a depozice elektrodových struktur.

Velikost depoziční komory: 155 mm
Nanášené materiály: uhlík, zlato, hliník

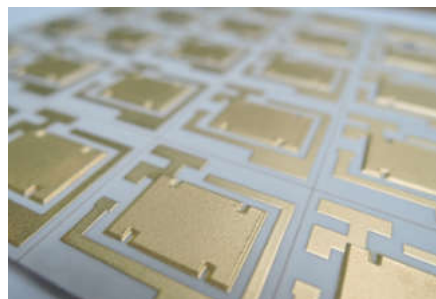
◀ Dispenser

Pracoviště je vybaveno automatickým micro-dispensingovým systémem Nordson EFD PROPlus4L/A s pneumatickou depozicí. Micro-dispenser je osazen kontaktní tiskovou hlavou a umožňuje selektivní nanášení funkčních materiálů pouze na základě výkresu, což jej činí vhodným přístrojem pro prototypování. Servomotorový pohon zajišťuje přesný tisk s vysokou opakovatelností. Elektricky vodivé, dielektrické i odporové materiály v širokém rozsahu viskozit mohou být nanášeny na téměř jakékoliv substráty od rigidních, přes flexibilní až po elastomerní.

Plně digitální tisk bez potřeby šablony.
Procesní kamera pro přesné sesazení.
Široké příslušenství jehel pro libovolné aplikace.
Maximální potisknutelná plocha: 300 x 300 mm
Maximální výška substrátu: 100 mm
Rychlost tisku: až 10 mm/s
Přesnost tisku: $\pm 3 \mu\text{m}$
Minimální šířka tištěné čáry: 300 μm
Maximální tlak: 7 bar

SUBSTRÁTY PRO VÝKONOVÉ APLIKACE

Pracoviště je vybaveno muflovou pecí s plynotěsnou retortou, kde je možné provádět výpaly v ochranné atmosféře dusíku nebo argonu až do 1100 °C. Laboratoř se specializuje především na výrobu a testování substrátů s keramickou základnou, na kterých je vytvořena tlustá měděná vrstva. Využívá se především technologií DBC a tlustovrstvého tisku. Tloušťka vodivých vrstev dosahuje až několika stovek mikrometrů.



UV-VIS SPEKTROFOTOMETRIE

Metoda je vhodná pro měření absorpčních spekter v roztocích sledovaných látek v libovolných rozpouštědlech, měření koncentrací barviv a organických látek nebo měření spekter různých typů světelných zdrojů. Přístroj také umožňuje měření reakcí a dějů závislých na čase (kinetická měření) nebo měření při vybraných vlnočtech.

◀ Spektrofotometr Ocean Optics QE65 Pro

Jednopaprskový spektrofotometr

Rozsah vlnových délek 200 - 1100 nm

Zdroj záření - wolframová (viditelná oblast) a deuteriová (ultrafialová oblast) lampa

TESTOVÁNÍ A DIAGNOSTIKA SENZORŮ PLYNŮ

Aparatura pro míchání plyných směsí skládající se z 7 hmotnostních regulátorů průtoku od firmy Sierra Instruments a dvou testovacích komůrek umožňuje testování různých druhů senzorů plynů za definovaných podmínek. Sensory je možné testovat v prostředí s proměnou vlhkostí v rozmezí od 20 – 80 %, teplotou v rozmezí 0 - 100 °C, rychlostí průtoku analytu v rozsahu 0,2 - 1,5 l/min, koncentrací analytů od stovek ppb do stovek ppm (konkrétní hodnoty jsou spojené s druhem a charakterem testovaného plynu).

TIŠTĚNÁ ELEKTRONIKA

V oblasti tištěné elektroniky disponujeme dlouhodobými zkušenostmi v aplikovaném výzkumu. V dané oblasti spolupracujeme s řadou výzkumných a průmyslových partnerů v ČR i zahraničí. V současnosti se podílíme na řešení mezinárodních a národních projektů.

Tištěné flexibilní senzory - senzory par a plynů, senzory vytvrzení pryskyřic, teplotní senzory.

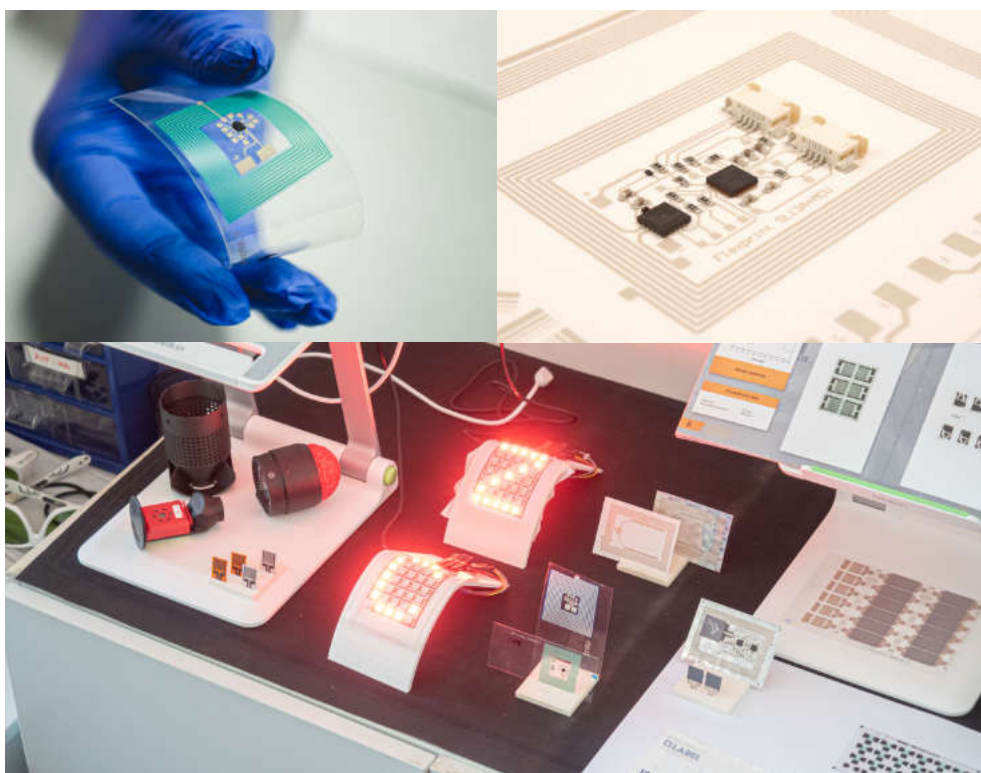
Tištěné polovodičové součástky - OFET (organický unipolární tranzistor), OEET (elektrochemický tranzistor), rezistory, kondenzátory, indukčnosti, antény.

Hybridní funkční obvody na flexibilním substrátu.

Chytré obaly a štítky (Smart packages, Smart labels) – RFID, integrované senzory, záznam, vyhodnocení a přenos dat.

Flexibilní funkční bloky pro Smart textilie.

Bezpečnostní systémy a systémy se zvýšenou ochranou proti padělání.



SMART TEXTILIE

V oblasti Smart textilií máme dlouhodobé zkušenosti s aplikovaným výzkumem cíleném na ochranné oděvy a textilní výrobky pro pacienty, rekonvalescenty, seniory a osoby vyžadující zvýšenou péči. V této oblasti spolupracujeme s řadou výzkumných a průmyslových partnerů v ČR i zahraničí. V rámci této oblasti se podílíme na řešení mezinárodních a národních projektů.

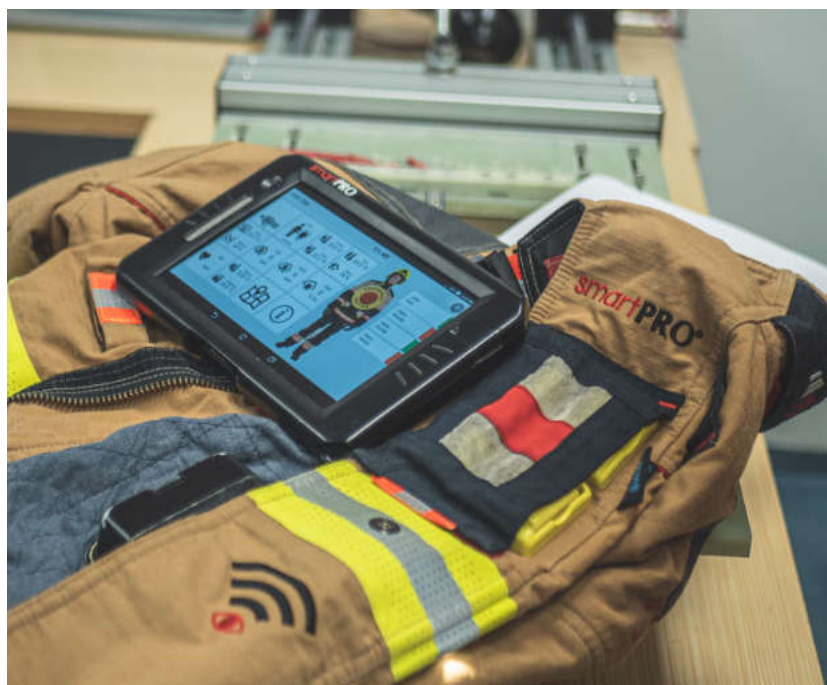
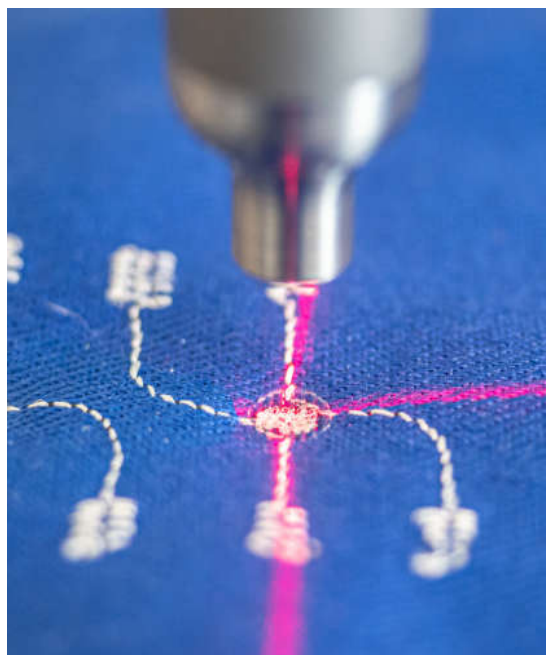
Našíváné flexibilní senzory - senzory vlhkosti, teplotní senzory, detekce přítomnosti, senzory tahu a tlaku.

Propojovací struktury - tištěné propojovací struktury, textilní sběrníkové propojovací struktury.

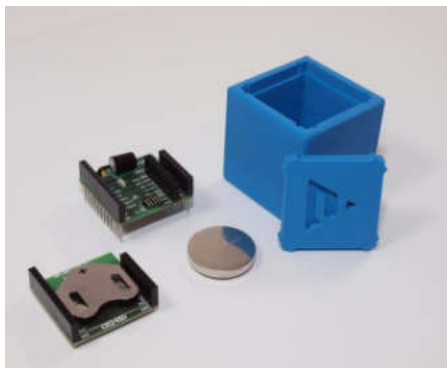
Integrace funkčních bloků do textilií - pouzdrění, flexibilní konektory, textilní elektrody (snímání EKG, frekvence dechu a tepu).

Tištěné anebo vyšíváné elektronické součástky na textiliích - antény, baterie, superkapacitory, pasivní elektronické prvky.

Návrh a integrace mikrosystémů do textilních struktur.



INTERNET VĚCÍ A SMART TECHNOLOGIE



Internet věcí v obecné definici představuje propojení nesčetného množství zařízení (tzv. Nodů) prostřednictvím energeticky nenáročných bezdrátových sítí s dlouhým dosahem (tzv. LPWAN - Low Power Wide Area Networks). V České republice se lze potkat se třemi řešeními těchto sítí, jedná se o technologie Sigfox, LoRaWAN a NB-IOT. Kampus ZČU je pokryt vlastní LPWAN sítí LoRaWAN a také je možné bezplatně připojit několik desítek nodů do komerční sítě Sigfox prostřednictvím operátora SimpleCell.

Kolegové z naší katedry do této oblasti iniciovali zapojení všech ostatních subjektů univerzity (fakult, výzkumných center, centra informatizace a výpočetní techniky), neboť Internet věcí a SMART technologie mají obrovský mezioborový přesah. V současné době se tedy tato problematika řeší pod hlavičkou celouniverzitní skupiny SmartCity ZČU, která čítá zástupce všech univerzitních fakult a některých dalších specializovaných pracovišť.

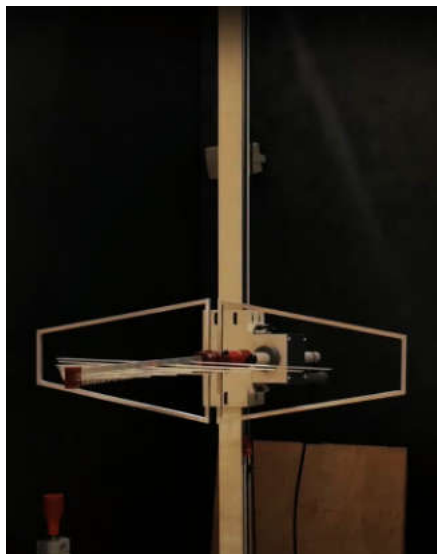
Prvním společným projektem této skupiny se stal tzv. SmartCAMPUS ZČU (www.smartcampus.cz), jehož vznik byl opět iniciován z naší katedry. Idea projektu SmartCAMPUS je zmenšený model města, živá laboratoř (living testbed), umožňující testování nejmodernějších SMART a IoT technologií ve zmenšeném měřítku pro důkladné odzkoušení "předpilotního" provozu pro finální nasazení do větších celků, jako jsou města, kraje apod. V projektu spolupracujeme např. s těmito subjekty: Technologické centrum Písek, ČD Telematika, Město Plzeň, RVTECH, SimpleCell, IndustryLight. Jsme členy Czech Smart City Clusteru, IQRF Alliance a také iniciativy Chytrý Plzeňský kraj. SmartCAMPUS umožňuje zapojit studenty do řešených projektů a dá tak vzniknout unikátním interdisciplinárním týmům studentů napříč celou univerzitou.

Pro firmy je zde velká příležitost otestovat jejich technologie a integrovat je s ostatními technologiemi v kampusu. Zástupci municipalit získají přístup do znalostní databáze a jsme ochotni jim poskytnout odborné konzultace. V rámci projektu SmartCAMPUS jsme vyvinuli vlastní open-source prototypovací platformu pro Internet věcí zvanou KETCube. Jedná se o demo stavebnicovou platformu, která se skládá ze základního modulu (main board), bateriového modulu (battery board) a rozšiřujícího modulu (extension board). Srdcem základního modulu je kombinovaný ARM mikrokontrolér s radiovým modulem pro síť LoRaWAN. Jednotlivé moduly se mezi sebou připojují pomocí vyvinutého soketu, základní modul je dále kompatibilní i se standardem mikroBUS™. Projekt je veřejně dostupný na <https://github.com/SmartCAMPUSZCU>.



ZKOUŠKY ELEKTROMAGNETICKÉ KOMPATIBILITY (EMC)

V oblasti EMC laboratoř zajišťuje zkoušky, přípravu prohlášení o shodě, ES prohlášení podle NV č. 616/2006 Sb. a podklady pro vyhovění požadavkům evropské direktivy č. 2004/108/EC pro CE prohlášení. Elektrotechnická laboratoř disponuje moderním přístrojovým vybavením včetně bezodrazové komory.



Měření rušení ve vodičích v pásmu 9 kHz až 30 Mhz.
Zkoušky odolnosti proti skupinám tranzientních impulsů.
Měření vyzařovaného rušení v pásmu 9 kHz až 6 Ghz.
Zkoušky odolnosti proti rázové vlně.
Zkoušky odolnosti proti vysokofrekvenčnímu rušení šířenému po vodičích.
Zkoušky odolnosti proti vysokofrekvenčnímu elektromagnetickému poli s různými druhy modulace.
Zkoušky odolnosti proti kolísání a výpadkům napájecího napětí.
Zkoušky odolnosti proti magnetickému poli.
Zkoušky odolnosti proti výbojům statické elektřiny.
Zkoušky odolnosti proti pulsům magnetického pole.

V oblasti EMC laboratoř nabízí následující zkoušky:

Zkouška odolnosti elektrostatickým výbojem.	ČSN EN 61000-4-2 ed.2	Elektrické zařízení
Zkouška odolnosti rychlými elektrickými přechodovými jevy (skupiny impulsů).	ČSN EN 61000-4-4 ed.3	Elektrické zařízení
Zkouška odolnosti rázovým impulsem.	ČSN EN 61000-4-5 ed.3	Elektrické zařízení
Zkouška odolnosti magnetickým polem síťového kmitočtu.	ČSN EN 61000-4-8 ed.2	Elektrické zařízení
Zkouška odolnosti pulzním magnetickým polem.	ČSN EN 61000-4-9	Elektrické zařízení
Zkouška odolnosti krátkodobými poklesy, krátkým přerušením a pomalými změnami napětí.	ČSN EN 61000-4-11 ed.2 +A1	Elektrické zařízení
Měření charakteristik rádiového rušení od průmyslových, vědeckých a lékařských zařízení.	ČSN EN 55011 ed.3 +A1	Elektrické zařízení
Měření charakteristik elektromagnetického rušení způsobeným spotřebiči pro domácnost, el. nářadím a podobnými přístroji.	ČSN EN 55014-1 ed.3 +A1+A2	Elektrické zařízení
Zkouška odolnosti tlumenou sinusovou vlnou.	ČSN EN 61000-4-12 ed.2	Elektrické zařízení
Měření charakteristik rádiového rušení způsobeného zařízením informační techniky.	ČSN EN 55032 ed.2	Elektrické zařízení
Zkouška elektromagnetické kompatibility, drážní vozidla – vlak a celkové vozidlo.	ČSN EN 50121-3-1 ed.3	Drážní vozidla
Zkouška elektromagnetické kompatibility, drážní vozidla – zařízení.	ČSN EN 50121-3-1 ed.3	Komponenty drážního vozidla
Zkouška odolnosti - Vyzařované vysokofrekvenční elektromagnetické pole.	ČSN EN 61000-4-3 ed.3 +A1+A2	Elektrické zařízení
Zkouška odolnosti – Odolnost proti rušením šířeným vedením, indukovaným vysokofrekvenčními poli.	ČSN EN 61000-4-6 ed.4	Elektrické zařízení

PROCESNÍ ŘÍZENÍ

V oblasti řízení procesů poskytujeme služby a provádíme činnosti související s analýzou, modelováním a optimalizací procesů. Orientujeme se na zlepšování efektivity elektrotechnické a elektronické výroby, zavedením procesního kontrolingu a dalších moderních nástrojů pro řízení procesů. Dále se orientujeme na řízení rizik, jejich analýzu a systémy řízení bezpečnosti informací. Podnikům a společnostem lze nabídnout v této oblasti spolupráci na bázi školení, konzultací nebo při řešení konkrétních projektů.

Provedení procesní analýzy - analýza toku práce v organizacích.
Zpracování mapy procesů a analýza pro digitalizaci procesů.
Řízení rizik – analýza rizik.
Modelování a optimalizace technologických a diagnostických procesů.
Měření hodnocení výkonnosti procesů.
Řízení výroby a technologického projektování.
Systémy řízení kvality a bezpečnosti informací.
Statistická analýza dat.



