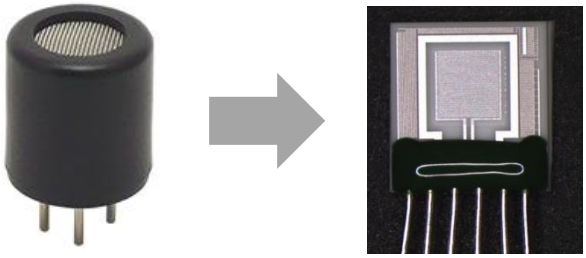
WP4: Enviro-sensory

Výzkumná strategie a metodologie

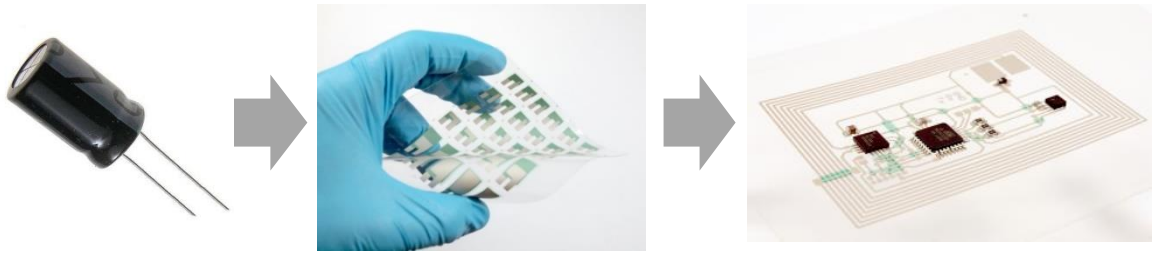
Mezi hlavní oblasti řešené v pracovním balíčku WP4 budou patřit robustní senzory pro monitorování environmentálních parametrů, tištěné funkční elektronické prvky a kontaktní struktury na bázi uhlíkových alotropů. Řešení WP4 bude úzce navazovat na pracovní balíčky WP3 a WP2. Hlavním cílem WP4 bude návrh a realizace funkčních elektronických prvků na bázi modifikovaných uhlíkových alotropů s využitím tiskových technologií. K vytváření tištěných prvků bude hlavně použita technologie sítotisku, aerosol jet a airbrush, pro které bude nutné nalézt způsob dispergace uhlíkových alotropů pomocí vhodných rozpouštědel. Vytvořené funkční prvky bude nutné stabilizovat např. pomocí teploty či UV záření. Následně pomocí elektrické charakterizace vytvořených prvků bude zjišťován vliv použité technologie na výslednou funkci a dlouhodobou stabilitu realizovaných elektronických prvků.

V oblasti senzorů environmentálních parametrů (A4.1) bude činnost zaměřena na návrh a realizaci tištěných senzitivních vrstev pro detekci a kvantifikaci analytů NO_x, CO_x, NH_3, CH_4 a SO_x. Vzhledem k tomu, že vyhodnocení úrovně koncentrace působícího analytu bude provedeno na základě měření elektrických parametrů se zaměřením na širokopásmovou frekvenční spektroskopii, bude nutné navrhnout vhodnou elektrodovou strukturu umožňující měření a vyhodnocení parametrů ve frekvenčním spektru stovek MHz až desítek GHz. Kromě senzitivity na působící analyt bude sledován vliv teploty a UV záření na desorpci senzitivní vrstvy k zajištění dlouhodobé stability a opakovatelnosti.



Obrázek 1: Standardní senzor plynu a jeho tištěná varianta

Aktivita v oblasti tištěných elektronických prvků (A4.2) a struktur bude zaměřena na návrh a realizaci tištěných pasivních a aktivních elektronických prvků a jejich kombinaci pro vytvoření hybridních elektronických systémů využitelných zejména v oblasti RFID a IoT. V oblasti pasivních prvků se bude zejména jednat o tištěné rezistory a kondenzátory, v oblasti aktivních prvků to budou zejména tranzistory. Zcela unikátní bude nalezení způsobu realizace těchto prvků pomocí tiskových technologií na textilních substrátech jako součást chytrých textilií.



Obrázek 2: Standardní kondenzátor (i), tištěná varianta kondenzátoru na flexibilním substrátu (ii) a hybridní RFID tag s tištěnými prvky (iii).

Aktivita zaměřená na propojovací a kontaktní struktury (A4.3) se bude zabývat fyzickým propojením elektronických prvků na bázi uhlíkových alotropů s metalickými strukturami. Zkoumány budou možnosti realizace těchto propojení na základě bondování pomocí mikrodrátků, lepení vodivými lepidly či pájení. Hodnocení kvality a spolehlivosti kontaktu bude provedeno na základě vyhodnocení elektrický a mechanických parametrů, jako jsou impedanční spektroskopie, rozptylové parametry, smyková a tahová síla.

Na základě výsledků testování realizovaných vzorků budou použité materiály a procesy optimalizovány tak, aby výsledný proces přípravy jednotlivých elektronických prvků a struktur byl funkční a přenositelný do sériové výroby.

WP4	**Enviro-sensory**

Cíle

- Návrh a realizace robustních senzorů na platformě modifikovaných a strukturovaných grafeniodů pro detekci a kvantifikaci environmentálních parametrů.
- Návrh a realizace tištěných elektronických funkčních struktur na bázi nanorozměrových uhlíkových alotropů využitelných sériové výrobě.
- Optimalizace senzorových struktur pro metody vyhodnocení na základě širokopásmové frekvenční odezvy.
- Ověření a optimalizace interakce nových materiálů a funkčních struktur s vnějším prostředím
- Návrh a ověření metod kontaktování funkčních struktur na bázi modifikovaných uhlíkových alotropů

Aktivity

A4.1: Senzory pro monitorování environmentálních parametrů
Trvání: M1 – M51

Trvání	Popis úkolu	Zahrnuté skupiny
M1-M6	Specifikace vhodných materiálů na bázi grafenoidů a nanodiamantů. Stanovení postupů jejich modifikace v souvislosti s požadavky na konstrukci senzorů pro monitorování environmentálních parametrů.	UFCH, UOCHB, ZCU, TESLA
M7-M27	Modifikace a příprava materiálů s ohledem na senzitivitu materiálů vůči analytům NO_x, CO_x, NH_3, SO_x, CH_4. Fyzikální modelování vlastností materiálů. Charakterizace materiálů na bázi grafenoidů a nanodiamantů pomocí optických a termických analýz.	UFCH, UOCHB, MFF UK, FZU, TESLA
M8-M39	Dispergace materiálů (příprava kapalné fáze) vhodná pro jednotlivé tiskové technologie. Vytváření senzitivních vrstev tiskovými technikami jako jsou sítotisk, Aerosol Jet a airbrush.	ZCU, TESLA
M10-M39	Charakterizace elektrických vlastností a dlouhodobá stabilita parametrů senzitivních materiálů.	ZCU, TESLA

M7-M27	Výzkum v oblasti senzorových platforem. Návrh, modelování, ověření parametrů kontaktních struktur pro senzory environmentálních parametrů s ohledem na metody vyhodnocení.	ZCU, TESLA, MFF UK
M16-M51	Ověření citlivosti, stability a selektivity materiálů vůči vybraným analytům.	ZCU, TESLA
M28-M51	Způsoby elektronického vyhodnocení detekce a kvantifikace působících analytů. Aplikace širokopásmové frekvenční spektroskopie pro analýzu citlivosti a selektivity senzitivních materiálů.	ZCU, TESLA
M40 – M51	Optimalizace materiálů na základě provedených analýz.	UFCH, UOCHB, ZCU, TESLA
Milník MS4.1 v M27: Materiály na bázi grafenoidů a nanodiamantů vykazující vhodné senzitivní vlastnosti pro konstrukci environmentálních senzorů.		UFCH, UOCHB, MFF UK, FZU, TESLA, ZCU
Deliverable D4.1 v M51: Výzkumná zpráva shrnující dosažené postupy a výsledky v oblasti senzorů environmentálního prostředí na bázi grafenoidů a nanodiamantů.		ZCU, UFCH, UOCHB, MFF UK, FZU, TESLA

A4.2: Propojovací a kontaktní struktury uhlíkových alotropů
Trvání: M1 – M51

Trvání	Popis úkolu	Zahrnuté skupiny
M1-M15	Studium interakce mezi uhlíkovými alotropy a metalickými kontaktními strukturami. Stanovení a ověření elektrických a fyzikálních modelů v DC a AC oblasti.	MFF UK, FZU, UFCH, UOCHB, ZCU
M16-M27	Studium vlivu technologických procesů výroby elektronických struktur na parametry uhlíkových alotropů. Vliv povrchových úprav kontaktních struktur na elektrické a mechanické vlastnosti.	ZCU, TESLA, UFCH, UOCHB
M21-M39	Studium vlivu parametrů prostředí na elektrické parametry kontaktních struktur. Analýza dlouhodobé stability. Elektrické, optické a termické analýzy.	ZCU, TESLA, UFCH
M28-M45	Vliv metod kontaktování používaných v elektrotechnice (bondování, lepení, pájení) na parametry uhlíkových alotropů. Stanovení technologických procesů k zajištění kvality a stability propojovacích a kontaktních struktur.	ZCU, TESLA
M40-M51	Optimalizace materiálů z hlediska zlepšení elektrických a mechanických vlastností kontaktních struktur.	MFF UK, FZU, UFCH, UOCHB, ZCU, TESLA
Milník MS4.2 v M27: Modifikované uhlíkové alotropy a vhodné povrchové úpravy kontaktních struktur pro zajištění stabilních elektrických a mechanických vlastností.		MFF, FZU, UFCH, UOCHB, ZCU, TESLA
Deliverable D4.2 v M51: Výzkumná zpráva shrnující dosažené postupy a výsledky vedoucí ke zlepšení kontaktních vlastností uhlíkových alotropů.		MFF UK, FZU, UFCH, UOCHB, ZCU, TESLA

A4.3: Tištěné uhlíkové funkční elektronické struktury **Trvání: M1 – M51**		
Trvání	**Popis úkolu**	**Zahrnuté skupiny**
M1-M6	Specifikace vhodných materiálů na bázi uhlíkových alotropů a stanovení postupů jejich modifikace v souvislosti s požadavky na konstrukci elektronických součástek a systémů.	ZCU, TESLA, UFCH, UOCHB,
M7-M27	Modifikace materiálů s ohledem na použité technologie vytváření funkčních elektronických struktur. Fyzikální modelování vlastností. Charakterizace materiálů na bázi uhlíkových alotropů pomocí optických a termických analýz.	UFCH, UOCHB, MFF
M8-M39	Dispergace materiálů (příprava kapalné fáze) vhodná pro jednotlivé tiskové technologie. Vytváření funkčních základních elektronických struktur (pasivní a aktivní elektronické prvky) tiskovými technikami jako jsou sítotisk, Aerosol Jet a airbrush.	ZCU, TESLA
M10-M39	Charakterizace elektrických vlastností, dlouhodobá stabilita parametrů. Testování elektrické, mechanické odolnosti, odolnost vůči vnějšímu prostředí.	ZCU, TESLA
M21-M51	Vytváření funkčních elektronických struktur na textilních substrátech jako součást chytrých oděvů.	ZCU, TESLA
M21-M51	Vytváření flexibilních hybridních funkčních elektronických struktur a ověření jejich parametrů.	ZCU, TESLA
M40 – M51	Optimalizace materiálů na základě analýzy degradace materiálů.	ZCU, UFCH, UOCHB
Milník MS4.3 v M27: Modifikované uhlíkové alotropy vykazující vhodné elektrické vlastnosti pro konstrukci základních funkčních elektronických prvků.		ZCU, TESLA, UFCH, UOCHB, MFF UK
Deliverable D4.3 v M51: Výzkumná zpráva shrnující dosažené postupy a výsledky v oblasti tištěných uhlíkových funkčních elektronických struktur.		ZCU, TESLA, UFCH, UOCHB, MFF UK

Milníky

Pořadí	**Měsíc**	**Popis**
MS4.1	M27	Materiály na bázi grafenoidů a nanodiamantů vykazující vhodné senzitivní vlastnosti pro konstrukci environmentálních senzorů.
MS4.2	M27	Výzkumná zpráva shrnující dosažené postupy a výsledky vedoucí ke zlepšení kontaktních vlastností uhlíkových alotropů.
MS4.3	M27	Modifikované uhlíkové alotropy vykazující vhodné elektrické vlastnosti pro konstrukci základních funkčních elektronických prvků.

Deliverables		
Pořadí	**Měsíc**	**Popis**
D4.1	M51	Výzkumná zpráva shrnující dosažené postupy a výsledky v oblasti senzorů environmentálního prostředí na bázi grafenoidů a nanodiamantů.
D4.2	M51	Výzkumná zpráva shrnující dosažené postupy a výsledky vedoucí ke zlepšení kontaktních vlastností uhlíkových alotropů.
D4.3	M51	Výzkumná zpráva shrnující dosažené postupy a výsledky v oblasti tištěných uhlíkových funkčních elektronických struktur.

WP4 GANTT Chart																	
	2018	2019				2020				2021				2022			
A4.1: Senzory pro monitorování environmentálních parametrů																	
Specifikace vhodných materiálů na bázi grafenoidů a nanodiamantů.																	
Modifikace a příprava materiálů s ohledem na senzitivitu materiálů vůči analytům NO_x, CO_x, NH_3, SO_x, CH_4.																	
Dispergace materiálů vhodná pro jednotlivé tiskové technologie.																	
Charakterizace elektrických vlastností a dlouhodobá stabilita parametrů senzitivních materiálů.																	
Výzkum v oblasti senzorových platforem.																	
Ověření citlivosti, stability a selektivity materiálů vůči vybraným analytům.																	
Způsoby elektronického vyhodnocení detekce a kvantifikace působících analytů.																	
Optimalizace materiálů na základě provedených analýz.																	
A4.2: Propojovací a kontaktní struktury uhlíkových alotropů																	
Studium interakce mezi uhlíkovými alotropy a metalickými kontaktními strukturami.																	
Studium vlivu technologických procesů výroby elektronických struktur na parametry uhlíkových alotropů.																	
Studium vlivu parametrů prostředí na elektrické parametry kontaktních struktur.																	
Vliv metod kontaktování používaných v elektrotechnice na parametry uhlíkových alotropů.																	
Optimalizace materiálů z hlediska zlepšení elektrických a mechanických vlastností kontaktních struktur.																	
A4.3: Tištěné uhlíkové funkční elektronické struktury																	
Specifikace vhodných materiálů na bázi uhlíkových alotropů a stanovení postupů jejich modifikace.																	
Modifikace materiálů s ohledem na použité technologie vytváření funkčních elektronických struktur.																	
Dispergace materiálů vhodná pro jednotlivé tiskové technologie.																	
Charakterizace elektrických vlastností, dlouhodobá stabilita parametrů.																	
Vytváření funkčních elektronických struktur na textilních substrátech.																	
Vytváření flexibilních hybridních funkčních elektronických struktur.																	
Optimalizace materiálů na základě analýzy degradace materiálů.																	