



SMLOUVA O INOVAČNÍM PARTNERSTVÍ

uzavřená podle § 1746 odst. 2 zákona č. 89/2012 Sb., občanského zákoníku, ve znění
pozdějších předpisů (dále jen „občanský zákoník“)

Číslo smlouvy: INO/29/03/004577/2022

Níže uvedeného dne, měsíce a roku uzavřely smluvní strany

hlavní město Praha

se sídlem: Praha 1, Mariánské náměstí 2/2, PSČ: 110 01
pracoviště: odbor dopravy, Jungmannova 35/29, 110 00 Praha 1
zastoupené: Ing. Liborem Šimou, ředitelem odboru dopravy
IČ: 00064581
DIČ: CZ00064581
bankovní účet: 27-5157998/6000

(dále jen „Objednatel“)
na straně jedné

a

České Radiokomunikace a.s.

se sídlem: Skokanská 2117/1
IČ: 24738875
DIČ: CZ24738875
plátce DPH: ANO
zapsána v: obchodním rejstříku vedeném Městským soudem v Praze, oddíl B, vložka
16505
bankovní spojení: ING BANK N.V.
č. účtu: 1000347105/3500
zastoupená

(dále jen „Poskytovatel“)
na straně druhé

(Objednatel a Poskytovatel společně dále též jako „smluvní strany“ nebo jednotlivě jako
„smluvní strana“)

tuto

smlouvu o inovačním partnerství:
(dále jen tato „Smlouva“)



Preamble

Vzhledem k tomu, že

- Objednatel je veřejný zadavatel a realizuje projekt „Detekce vozidel s nadměrnými emisemi částic“ (dále též jen „**Projekt**“), který je spolufinancován z Operačního programu Praha – pól růstu ČR, ev. č. projektu CZ.07.1.02/0.0/0.0/17_046/0001131, přičemž předmětem Projektu je vývoj, výroba a dodávka zařízení pro detekci emisí pevných částic výfukových plynů motorových vozidel ve variantě stacionárního zařízení, přenosného zařízení a mobilního zařízení;
- za účelem výběru inovačního partnera a dodavatele uvedených zařízení zahájil Objednatel zadávací řízení na nadlimitní veřejnou zakázku s názvem „Detekce vozidel s nadměrnými emisemi částic“ (dále také jen „**Veřejná zakázka**“), zadávanou v souladu s § 70 a násl. zákona č. 134/2016 Sb., o zadávání veřejných zakázek, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „**ZZVZ**“), formou řízení o inovačním partnerství, přičemž nabídka Poskytovatele byla Objednatel v souladu se zadávací dokumentací Veřejné zakázky vyhodnocena jako nejvýhodnější a Poskytovatel byl vybrán k uzavření této Smlouvy a zavedení inovačního partnerství, to vše za účelem vývoje a dodávky inovativního řešení Projektu.

I.

Úvodní ustanovení

- 1.1 Účelem této Smlouvy je zavedení inovačního partnerství mezi smluvními stranami, zejména úprava práv a povinností smluvních stran v rámci výzkumu, vývoje a následného dodání inovativního řešení Projektu. Na základě této Smlouvy budou Poskytovatelem realizovány jednotlivé fáze inovačního partnerství, které budou ukončeny v návaznosti na vyhodnocení dílčích plnění ze strany Objednatel. Cílem této Smlouvy je zajištění vývoje inovativního řešení Projektu dle požadavků Objednatel, které Poskytovatel následně dodá Objednateli, to vše v souladu se zadávací dokumentací Veřejné zakázky (dále jen „**Zadávací dokumentace**“).
- 1.2 Součástí této Smlouvy je také úprava práv duševního vlastnictví k veškerým výstupům činnosti Poskytovatele podle této Smlouvy tak, aby byl Objednatel oprávněn ke všem způsobům užití, zpracování a rozvoji dílčích i finálních výstupů činnosti Poskytovatele dle této Smlouvy a nebyl omezen výhradními právy Poskytovatele či třetích osob vážnících bez řádného důvodu na takových výstupech realizace Projektu.
- 1.3 Poskytovatel se na základě této Smlouvy zavazuje realizovat Veřejnou zakázku v souladu se svou nabídkou podanou v zadávacím řízení Veřejné zakázky a v souladu s výsledky jednání v rámci zadávacího řízení Veřejné zakázky, včetně všech podmínek stanovených touto Smlouvou a jejími přílohami. Za účelem vyloučení jakýchkoliv pochybností se smluvní strany dohodly, že:
 - a) v pochybnostech ohledně výkladu ustanovení této Smlouvy budou tato ustanovení vykládána tak, aby v co největší míře zohledňovala účel a zadávací podmínky Veřejné zakázky,
 - b) při aplikaci a výkladu této Smlouvy budou subsidiárně použita dostatečně konkrétní ustanovení Zadávací dokumentace,



- c) Poskytovatel je vázán svou nabídkou předloženou Objednateli v rámci zadávacího řízení Veřejné zakázky, Poskytovatel se zavazuje naplnit veškeré své závazky uvedené v jeho nabídce, a tato nabídka se za účelem úpravy vzájemných poměrů smluvních stran vyplývajících z této Smlouvy použije subsidiárně. Přílohou č. 3 této Smlouvy je popis návrhu technického řešení, který byl součástí nabídky Poskytovatele, tento návrh je pro Poskytovatele závazný a Poskytovatel je povinen plnění dle této Smlouvy realizovat v souladu s popisem návrhu technického řešení, který byl součástí jeho nabídky a tvoří přílohu č. 3 této Smlouvy.
- 1.4 Poskytovatel prohlašuje, že je podnikatelem oprávněným k poskytování činnosti podle této Smlouvy a splňuje veškeré podmínky nezbytné pro plnění této Smlouvy, stejně jako požadavky uvedené v Zadávací dokumentaci, má nezbytné znalosti a schopnosti, a že je oprávněn tuto Smlouvu uzavřít a řádně plnit závazky z ní vyplývající.
- 1.5 Poskytovatel dále prohlašuje, že ke dni uzavření této Smlouvy vůči němu není vedeno řízení dle zákona č. 182/2006 Sb., o úpadku a způsobech jeho řešení (insolvenční zákon), ve znění pozdějších předpisů, ani mu úpadek nehrozí, a současně se zavazuje Objednatele bezodkladně informovat o všech skutečnostech svědčících o hrozícím úpadku.

II.

Předmět této Smlouvy

- 2.1 Poskytovatel se na základě této Smlouvy zavazuje Objednateli poskytnout služby, spočívající ve výzkumu a vývoji inovativního řešení Projektu a následné dodávce výstupů tohoto výzkumu a vývoje Objednateli, a to v souladu s popisem návrhu technického řešení, který tvoří přílohu č. 3 této Smlouvy a s požadavky Objednatele uvedenými níže:
- Předmětem této Smlouvy je vývoj, výroba a dodávka zařízení pro detekci emisí pevných částic výfukových plynů motorových vozidel ve variantě stacionárního zařízení, přenosného zařízení a mobilního zařízení.
 - Požadavkem na vývoj zařízení je spolehlivá detekce a měření pevných částic, které jsou emitovány vozidly s nefunkčním nebo chybějícím filtrem pevných částic u zážehových a vznětových motorů.
 - Detekce bude využívána jako preventivní a informační nástroj s cílem vyhledávat vozidla s nefunkčním filtrem pevných částic, informovat jejich řidiče a provozovatele a získat statické informace o výskytu vozidel s nefunkčním filtrem pevných částic na území hlavního města Prahy.
 - Předpokládaným cílovým stavem je propojení všech typů zařízení se stávajícími systémy využívanými státem a místní samosprávou (např. měření rychlosti radarem, jehož součástí je identifikace registračních značek vozidel).
 - Motivem pro toto budoucí propojení je, po schválení příslušné legislativy, zmapovat pohyb zásadně znečišťujících vozidel, detekovat majitele s možností odstavit vozidlo a následně jej odeslat na STK pro podrobnou kontrolu nebo



provést kontrolu na místě, dle metodiky, která bude navržena.

- Všechna zařízení musí mít ověřenou spolehlivost měření potvrzenou Českým metrologickým institutem, přičemž spolehlivost detekce pevných částí musí být \geq než 90%.

Požadavky Objednatele na stacionární zařízení

- Zařízení bude umístěné stacionárně v těsné blízkosti pozemní komunikace a bude detekovat a zaznamenávat emise pevných částic z projíždějících vozidel v jednom směru a maximálně ve dvou jízdnicích pruzích.
- Zařízení musí spolehlivě detekovat a zaznamenávat emise pevných částic v souladu s metodikou pro použití zařízení vypracovanou Poskytovatelem. Zpracování metodiky je součástí předmětu této Smlouvy.
- Bude dodán jeden funkční prototyp zařízení.

Požadavky Objednatele na mobilní zařízení

- Zařízení bude umístěné v měřicím vozidle a bude detekovat a zaznamenávat emise pevných částic z projíždějících vozidel v jednom směru a minimálně v jednom jízdnicím pruhu a z vozidel jedoucího před nebo souběžně s měřicím vozidlem. Dodávka vozidla není součástí předmětu plnění.
- Zařízení bude mobilní, bude možné jej instalovat do běžného osobního automobilu, a bude ho možné přemísťovat na jiná místa měření bez ztráty ověření měření vystaveného Českým metrologickým institutem.
- Bude dodán jeden funkční prototyp zařízení.

Požadavky Objednatele na přenosné zařízení

- Zařízení v kompaktní velikosti pro přesnější měření a potvrzení vzorků získaných ze zařízení stacionárních a mobilních.
- Zařízení musí být v celkové hmotnosti (včetně kabelů, hadic a dalších součástí), která umožní manipulaci jedné dospělé osobě.
- Zařízení musí spolehlivě detekovat a zaznamenávat emise pevných částic v souladu s metodikou pro použití zařízení vypracovanou Poskytovatelem. Zpracování metodiky je součástí předmětu této Smlouvy.
- Bude dodáno 15 funkčních prototypů zařízení.



Softwarová jednotka

Jednotlivá zařízení budou vybavena softwarovou jednotkou zaznamenávající základní atributy měření s rozhraním na uživatelskou aplikaci pro ovládání a správu. Minimálními požadovanými atributy jsou:

- jednoznačný identifikátor každého měření,
- datum a čas provedené detekce v případě pozitivní detekce pevných částí,
- informace o naměřených hodnotách.

Uživatelská aplikace

- Aplikace vhodná pro všechny běžně dostupné operační systémy notebooků, tabletů a chytrých mobilních telefonů.
- Aplikace musí prostřednictvím rozhraní získávat a zpracovávat data z jednotlivých detekčních zařízení.
- Aplikace musí umožnit doplnění dalších informací o měřeném vozidle minimálně v rozsahu uvedeném v osvědčení o registraci vozidla.
- Aplikace musí umět sestavit reporty dle uživatelského výběru. Minimální požadavek jsou statistické reporty o měření a naměřených hodnotách.
- Aplikace musí umožňovat převod dat v elektronické podobě pro formáty reportů v .xls a .pdf.
- Aplikace musí umožnit tisk výstupů.

Monitoring stavu poznání

Poskytovatel bude při předání výstupů každé etapy inovačního partnerství dle této Smlouvy předávat Objednateli spolu s požadovanými výstupy zprávu o monitoringu projektů v informačním systému výzkumu, vývoje a inovací sledujících stejný cíl jako projekt Objednatele, s uvedením aktuálního stavu takto případně detekovaného projektu (pokud je veřejně dostupný), vzniku patentové ochrany nebo uvedení výrobku na společný trh Evropského unie.

(dále jen „**Předmět plnění**“)

- 2.2 Objednatel se zavazuje řádně a v souladu s touto Smlouvou zpracovaný Předmět plnění a jeho dílčí části od Poskytovatele převzít a zaplatit Poskytovateli cenu dle čl. VI. této Smlouvy, to vše za podmínek stanovených v této Smlouvě.
- 2.3 Nedílnou součástí Předmětu plnění je též vytvoření a dodání veškeré související projektové, technické, realizační a uživatelské či jiné dokumentace, která se k Předmětu plnění či jakékoliv jeho části vztahuje, a která je potřebná k užívání, dalšímu zpracování či rozvoji Předmětu plnění či jeho dílčích částí Objednatelem, popř. dokumentace výslovně uvedená v této Smlouvě či jejích přílohách (dále jen „**Dokumentace**“).



- 2.4 Poskytovatel se zavazuje, že k Předmětu plnění, včetně všech jeho součástí a příslušenství, poskytne či zajistí Objednateli všechna vlastnická a užívací práva, popř. též práva autorská, budou-li výstupy vykazovat znaky autorského díla, tak, aby mohl být naplněn účel této Smlouvy a Veřejné zakázky, a to i po skončení její účinnosti, to vše alespoň v rozsahu uvedeném ve čl. VIII. této Smlouvy.
- 2.5 Poskytovatel se zavazuje plnit tuto Smlouvu sám nebo s využitím poddodavatelů uvedených v Příloze č. 1 této Smlouvy. Jakákoliv dodatečná změna osoby poddodavatele nebo rozsahu plnění svěřeného poddodavateli je možná pouze s předchozím písemným souhlasem Objednatele. Smluvní strany výslovně uvádí, že při poskytování Předmětu plnění prostřednictvím jakékoliv jiné osoby dle tohoto odstavce Poskytovatel odpovídá tak, jako by Předmět plnění poskytoval sám.
- 2.6 Výstupy realizace jednotlivých úkolů nebo dílčích částí Předmětu plnění podle této Smlouvy musí odpovídat povaze těchto úkolů a jejich účelu s přihlédnutím k další využitelnosti zpracovaných výstupů při realizaci Projektu a plnění této Smlouvy, stejně jako při následné činnosti Objednatele.

III.

Fáze inovačního partnerství a dodávka zařízení

- 3.1 Část Předmětu plnění, která spočívá v zavedení inovačního partnerství mezi smluvními stranami a zahrnuje služby výzkumu a vývoje inovativního řešení Projektu, je rozčleněna do pěti fází, které sledují posloupnost kroků v procesu výzkumu a vývoje předmětných zařízení. Poskytovatel se zavazuje realizovat Předmět plnění v jednotlivých níže uvedených fázích inovačního partnerství (dále jen „**Fáze**“):

1. Fáze: Výzkum a vývoj – rozvaha

Předmětem 1. Fáze je:

- aktualizace současného stavu poznání, stavu technologie a metodiky,
- realizace průzkumů a ověření metod detekce Návrh konceptu přístrojů,
- provedení předpilotních měření,
- analýza dostupných dat z pilotních měření.

1. Fáze bude zahrnovat níže uvedené aktivity:

- studie – zpracování, stanovení dílčích cílů, termínů a limitů,
- analýza potřebnosti technologie,
- vývoj technologie měření – technický návrh,
- vývoj SW – technický návrh.

Požadovaným výstupem této Fáze je konkretizované technické řešení Projektu ve formě písemné zprávy v elektronické (.pdf) i tištěné podobě.



2. Fáze: Pilotní studie 1

Předmětem této Fáze je ověření konceptů detekce pevných částí a zpracování pilotní technické studie, ze které bude zřejmé, jakým způsobem a za využití jakých technických prostředků (komponent) a v jakém čase bude Poskytovatel řešit zadání a potřebu Objednatele.

2. Fáze bude zahrnovat níže uvedené aktivity:

- provedení pilotní studie,
- sestavení analytické části zařízení,
- ověření analytické části zařízení vlastním měření emisí,
- zpracování výsledků prvotní studie,
- rozvalu zbyvajících částí systému (vazbu na měření rychlosti, vyčítání registračních značek apod.),
- technický návrh datové komunikace a rozhraní,
- technické řešení napájení všech typů zařízení,
- technické řešení způsobu připojení na existující kamerovou detekci obsahující měření rychlosti a detekci registračních značek vozidel.

Požadovaným výstupem této Fáze je vytvoření funkční analytické části všech typů zařízení, zpráva s výsledky pilotní studie a popsání technický návrh navazujících částí systému. Veškeré výstupy musí být předány v elektronické (.pdf) i tištěné podobě.

3. Fáze: Prototyp celého systému a metodika

V rámci této Fáze budou sestaveny prototypy všech typů požadovaných zařízení, bude ověřena jejich funkce a popsána metodika jejich funkce a použití.

3. Fáze bude zahrnovat níže uvedené aktivity:

- sestavení celého systému a výroba prototypu,
- ověření funkce celého systému,
- vypracování metodiky měření a použití.

Požadovaným vstupem této Fáze je sestavený, ověřený a funkční systém včetně metodiky k použití všech modifikací zařízení rozdělené do oblastí dle typu zařízení.

4. Fáze: Pilotní studie 2

V rámci této Fáze bude provedeno pilotní ověření a úpravy vyvinuté technologie a provedení metrologického ověření navrženého způsobu detekce. Fáze se skládá z těchto aktivit:

- provedení pilotní studie spočívající v ověření prototypů při reálném měření,
- metrologické ověření,
- zpracování výsledků pilotní studie.

4. Fáze bude zahrnovat:

- vývoj a sestavení funkční pracovní verze systému pro ověření funkce filtru částic při terénní kontrole,



- ověření pracovních verzí na souboru vybraných vozidel s definovanými emisními vlastnostmi a emisními závadami,
- ověření pracovních verzí periodickým sledováním vybraného vozového parku – podmínkou pro výběr vozového parku je možnost provést na vozidlech kontrolní měření referenčními metodami a/nebo fyzickou inspekci,
- vývoj autonomní verze dle bodu a) nebo b) a propojení s měřením dalších parametrů (rychlost, zrychlení, povětrnostní podmínky) a identifikací registrační značky
- ověření autonomní verze nasazením ve vybraném vozovém parku,
- ověření zařízení dle požadavků národní legislativy,
- vypracování návrhu doporučených legislativních změn pro možnost represivního nasazení zařízení zpracovaného na základě analýzy současné legislativy ČR a EU,
- průběžná aktualizace stavu poznání, koordinace se Společným výzkumným centrem Evropské komise a národními aktivitami zemí EU.

Požadovaným výstupem této Fáze je písemná zpráva o výsledcích pilotní studie 2 a certifikáty zařízení o metrologickém ověření Českého metrologického institutu.

5. Fáze: Implementace

V rámci této Fáze budou kompletována a vyrobena funkční zařízení, která budou připravena pro uvedení na trh v souladu s právními předpisy a vybavena všemi potřebnými dokumenty (např. prohlášení o shodě, revize elektrotechnických zařízení, technické listy, certifikát metrologického ověření, uživatelské manuály, metodiky požití, montážní manuály apod.).

5. Fáze bude zahrnovat níže uvedené aktivity:

- finalizace výroby měřicího zařízení

Součástí této Fáze je také případná implementace závěrů, připomínek či požadavků Objednatele, vyplývajících z vyhodnocení předchozích Fází, ze strany Poskytovatele. V případě, že v rámci vyhodnocení předchozích Fází Objednatel zjistí vady či nedodělky zařízení, odstraní Poskytovatel v rámci této Fáze též případné vady a nedodělky.

Požadovaným výstupem této Fáze jsou dokončená měřicí zařízení všech typů, v kompaktním provedení, v uživatelském designu a připravené k použití a uvedení na trh, připojitelné na současné systémy kamerové detekce pro měření rychlosti s identifikací registrační značky vozidla.

- 3.2 V případě, že Objednatel v návaznosti na posouzení výstupů Fáze 5: Implementace dospěje k závěru, že vyvinutá zařízení naplňují cíle inovačního partnerství dle této Smlouvy a Zadávací dokumentace, rozhodne o realizaci navazující obchodní fáze a vyzve Poskytovatele k tomu, aby Objednateli dodal vyvinutá zařízení ve stanovených počtech kusů. Poskytovatel se v takovém případě zavazuje dodat Objednateli zařízení, která budou po všech stránkách odpovídat výstupům všech Fází. Součástí dodávky bude také zpracovaná technická a uživatelská dokumentace a návrh legislativních úprav, a dále předání komentovaných zdrojových kódů, všech jeho částí, s výjimkou využitých licencovaných komponent třetích stran. Zdrojové kódy budou předávány zadavateli spolu se související dokumentací, tj. zejména uživatelskou dokumentací



zařízení. Součástí dodávky je také instalace a zprovoznění zařízení. Poskytovatel dále vypracuje a předá kompletní dokumentaci a proškolí osoby určené Objednatelem. Zařízení se považují za řádně dodaná tehdy, jestliže nemají žádné vady a nedodělky, jejich specifikace odpovídá akceptovaným jednotlivých Fází a jsou plně funkční.

- 3.3 Všechny Fáze dle odst. 3.1 této Smlouvy mohou být realizovány ve spolupráci Poskytovatele a Objednatele s externími odbornými konzultanty.
- 3.4 Výstupy všech Fází, podléhají schválení ze strany Objednatele. Poskytovatel se zavazuje průběžně informovat Objednatele o průběhu plnění jednotlivých Fází. Objednatel je oprávněn požadovat doplnění či úpravu výstupů jednotlivých Fází, tak, aby byly v maximální míře naplněny požadavky Objednatele, a to i opakovaně. V případě, že v důsledku dodatečných požadavků Objednatele dle tohoto odstavce nebude možné splnit termíny uvedené ve čl. V. této Smlouvy, zavazuje se Poskytovatel o této skutečnosti bezodkladně informovat Objednatele. Smluvní strany se zavazují, že v takovém případě uskuteční schůzku oprávněných zástupců smluvních stran, v návaznosti na kterou Objednatel rozhodne o tom, zda setrvá na svých požadavcích, případně zda dojde ke změně termínu plnění. Objednatel není povinen převzít Předmět plnění nebo jeho část na základě akceptačního řízení dle čl. IV. této Smlouvy, pokud Poskytovatel nedoplnil či neupravil výstupy jednotlivých Fází v souladu s požadavky Objednatele dle tohoto odstavce Smlouvy.

IV.

Předání a převzetí Předmětu plnění a jeho částí

- 4.1 Dílčí části Předmětu plnění, tj. výstupy jednotlivých Fází dle odst. 3.1 této Smlouvy a dodávka zařízení dle odst. 3.2 této Smlouvy (dále také jen „**dílčí plnění**“) budou Objednatelem akceptovány na základě akceptačního řízení dle tohoto článku Smlouvy. Cílem akceptačního řízení je ověření, zda Poskytovatelem poskytnuté dílčí plnění odpovídá plnění, ke kterému se Poskytovatel zavázal na základě této Smlouvy, a to porovnáním skutečných vlastností jednotlivých dílčích plnění ze strany Poskytovatele s požadavky Objednatele na tato dílčí plnění.
- 4.2 Akceptační řízení zahrnuje ověření řádného provedení jednotlivých dílčích plnění porovnáním jejich skutečných vlastností s jejich specifikací dle této Smlouvy, a to včetně případného testování dílčího plnění. Akceptační řízení zahrnuje také ověření, že dílčí plnění k okamžiku předání a převzetí plně odpovídá platným právním předpisům a technickým normám.
- 4.3 Poskytovatel je povinen dokončená dílčí plnění předat Objednateli v termínech dle čl. V. této Smlouvy. Poskytovatel po dokončení dílčího plnění Objednatele písemně vyzve k účasti na akceptačním řízení. Nedohodnou-li se smluvní strany na termínu akceptačního řízení, popř. nedohodnou-li se na převzetí dílčího plnění bez akceptačního řízení, určí termín konání akceptačního řízení Objednatel a oznámí termín konání akceptačního řízení Poskytovateli minimálně pět pracovních dnů předem. V případě, že se Poskytovatel akceptačního řízení nezúčastní, má se za to, že nepředal dílčí plnění Objednateli včas.



- 4.4 Objednatel je povinen převzít pouze dílčí plnění, které má parametry a vlastnosti sjednané na základě této Smlouvy, a je bez jakýchkoli právních či faktických vad a nedodělků. Objednatel je oprávněn odepřít převzetí jakéhokoliv dílčího plnění v případě, že nenaplnuje požadavky Objednatele uvedené v této Smlouvě, nebo není v souladu s požadavky Objednatele vznesenými v průběhu realizace jednotlivých Fází.
- 4.5 O průběhu akceptačního řízení dle tohoto článku Smlouvy bude pořízen písemný protokol, který bude podepsán oběma smluvními stranami (dále jen „**Protokol**“). Objednatel do Protokolu uvede nedodělky a vady zřejmé při akceptačním řízení. Jestliže dílčí plnění nebude mít žádné nedodělky či vady, nebo se bude jednat pouze o drobné nedodělky a vady, které nebrání užívání dílčího plnění, resp. nebrání postupu do další Fáze inovačního partnerství, bude tato skutečnost uvedena do Protokolu s tím, že tyto drobné nedodělky a vady budou odstraněny v termínu dohodnutém při akceptačním řízení, nejpozději však do deseti pracovních dnů.
- 4.6 Budou-li při akceptačním řízení zjištěny jiné než drobné nedodělky a vady, tj. budou-li zjištěny vady či nedodělky, které brání užívání dílčího plnění, zejména vady, které znemožňují užívání jakékoliv funkcionality dílčího plnění, popř. vady, které brání postupu do další Fáze inovačního partnerství, bude soupis těchto vad a nedodělků uveden do Protokolu, smluvní strany se dohodnou na lhůtě jejich odstranění a Objednatel není povinen dílčí plnění převzít do odstranění těchto vad a nedodělků. Pokud se smluvní strany nedohodnou jinak, bude se v novém termínu oznámeném písemně Poskytovatelem Objednateli po vypořádání výhrad a připomínek Objednatele a po odstranění nedodělků a vad bránících řádnému užívání dílčího plnění konat nové akceptační řízení, jehož předmětem bude kontrola odstranění nedodělků a vad dle soupisu uvedeného v Protokolu.
- 4.7 Neoznámení vady či nedodělku dílčího plnění při akceptačním řízení nemá vliv na povinnost Poskytovatele odstranit veškeré vady a nedodělky, které má dílčí plnění v době předání, a to i v případě, že mu bude taková vada oznámena dodatečně, bez ohledu na to, v jaké lhůtě bude vada Poskytovateli oznámena.
- 4.8 Podpisem Protokolu oběma smluvními stranami, ze kterého vyplývá, že dílčí plnění nemá žádné vady a nedodělky, a Objednatel toto dílčí plnění přebírá bez výhrad či připomínek, se považuje dílčí plnění za řádně provedené a předané.
- 4.9 Akceptační řízení, včetně případného procesu testování a následného odstranění vad a nedodělků, se bude opakovat, dokud dílčí plnění nesplní veškeré požadavky Objednatele vyplývající z této Smlouvy. V případě, že se jedná o odstranění drobných vad a nedodělků dílčího plnění, které již bylo akceptováno, Objednatel Poskytovateli pouze písemně potvrdí, že tyto drobné vady a nedodělky byly odstraněny.
- 4.10 Dohodnuté termíny pro akceptaci dílčího plnění dle čl. V. této Smlouvy nejsou dotčeny trváním akceptačního řízení ani odepřením převzetí dílčího plnění v důsledku vad či nedodělků bránících akceptaci.
- 4.11 Nejpozději v den podpisu předávacího protokolu dílčího plnění je Poskytovatel povinen předat Objednateli veškerou Dokumentaci k dílčímu plnění, zejména pak realizační dokumentaci a uživatelskou dokumentaci zařízení a případné zdrojové kódy, včetně komentářů nezbytných pro další užívání, úpravy či doplnění zdrojového kódu ze strany Objednatele či třetích osob.



V.

Termíny a místo plnění

- 5.1 Poskytovatel je povinen zahájit realizaci Předmětu plnění ihned po nabytí účinnosti této Smlouvy. Poskytovatel je povinen zahájit práci na každé dílčí Fázi inovačního partnerství dle odst. 3.1 této Smlouvy vždy ihned poté, co Objednatel akceptuje a převezme výstupy předcházející Fáze. Termín pro dodávku zařízení dle odst. 3.2 této Smlouvy běží ode dne doručení písemné výzvy Objednatele k dodání zařízení.
- 5.2 Poskytovatel se zavazuje jednotlivá dílčí plnění poskytovat Objednateli v následujících lhůtách:
- 1. Fáze: Výzkum a vývoj – rozvaha **do 3 měsíců od nabytí účinnosti této Smlouvy**
 - 2. Fáze: Pilotní studie 1 **do 6 měsíců od nabytí účinnosti této Smlouvy**
 - 3. Fáze: Prototyp celého systému a metodika **do 9 měsíců od nabytí účinnosti této Smlouvy**
 - 4. Fáze: Pilotní studie 2 **do 12 měsíců od nabytí účinnosti této Smlouvy**
 - 5. Fáze: Implementace **do 15 měsíců od nabytí účinnosti této Smlouvy**
 - dodávka zařízení dle odst. 3.2 této Smlouvy **do 1 měsíce od výzvy Objednatele dle odst. 3.2 této Smlouvy**
- 5.3 Za místo plnění se považuje sídlo Objednatele, není-li dohodnuto jinak, nebo nevyplývá-li z povahy jednotlivého úkolu, že tento musí být splněn v jiném místě, kdy v takovém případě je místem plnění toto jiné místo.
- 5.4 Předmět plnění je poskytnutý včas, jsou-li dílčí plnění Objednatelem písemně akceptována v termínech dle odst. 5.2 této Smlouvy. Místem předání výstupů je sídlo Objednatele, není-li stanoveno jinak.

VI.

Cena a platební podmínky

- 6.1 Celková cena za řádné provedení celého Předmětu plnění je na základě dohody smluvních stran stanovena ve výši **40 141 323 Kč** bez DPH (dále také jen jako „**Celková cena**“). Celková cena za řádné provedení celého Předmětu plnění se skládá z ceny za Fáze I. až V. inovačního partnerství a z ceny za dodávku zařízení. Cena za dodávku zařízení dle odst. 3.2 této Smlouvy činí **13 325 613 Kč** bez DPH. Cena za Fáze I. až V. inovačního partnerství činí **26 815 710** bez DPH. Celková cena za Předmět plnění dle této Smlouvy je stanovena jako cena konečná, nejvýše přípustná a nepřekročitelná, zahrnující celou odměnu a veškeré náklady Poskytovatele související s provedením Předmětu plnění dle této Smlouvy. Pro vyloučení pochybností smluvní strany uvádí, že nad rámec ceny sjednané v tomto odstavci nemá Poskytovatel vůči Objednateli za plnění povinností dle této Smlouvy právo na žádnou další náhradu, kompenzaci nebo jiné plnění.
- 6.2 Objednatel se zavazuje zaplatit Poskytovateli cenu za provedení Fáze I. až V. inovačního partnerství dle odst. 6.1 této Smlouvy po částech, jak je uvedeno níže, a to vždy v návaznosti na dokončení a akceptaci výstupů dílčího plnění dle čl. III. této Smlouvy:



- a) Cena za dokončení 1. Fáze dle odst. 3.1 této Smlouvy činí **13%** z ceny za Fáze I. až V. inovačního partnerství;
 - b) Cena za dokončení 2. Fáze dle odst. 3.1 této Smlouvy činí **39%** z ceny za Fáze I. až V. inovačního partnerství;
 - c) Cena za dokončení 3. Fáze dle odst. 3.1 této Smlouvy činí **22%** z ceny za Fáze I. až V. inovačního partnerství;
 - d) Cena za dokončení 4. Fáze dle odst. 3.1 této Smlouvy činí **16%** z ceny za Fáze I. až V. inovačního partnerství;
 - e) Cena za dokončení 5. Fáze dle odst. 3.1 této Smlouvy činí **10%** z ceny za Fáze I. až V. inovačního partnerství;
- 6.3 Je-li Poskytovatel plátcem daně z přidané hodnoty, bude k odměně uvedené v odstavci 6.1 této Smlouvy a jejím jednotlivým částem připočtena a Objednatel uhradí též daň z přidané hodnoty ve výši podle příslušných právních předpisů účinných ke dni uskutečnění zdanitelného plnění.
- 6.4 Jednotlivé části Celkové ceny dle odst. 6.2 této Smlouvy budou Poskytovateli zaplacený vždy na základě faktur vystavených Poskyvatelem po dokončení a předání příslušného dílčího plnění dle čl. III. této Smlouvy. Přílohou každé faktury musí být předávací protokol o předání a převzetí dílčího plnění, za které žádá Poskytovatel úhradu dle odst. 6.2 této Smlouvy. Splatnost každé faktury činí 30 dnů od jejího doručení Objednateli. Povinnost zaplatit fakturovanou částku je splněna dnem odepsání této částky z účtu Objednatele.
- 6.5 Faktura musí obsahovat všechny náležitosti účetního dokladu podle zákona č. 563/1991 Sb., o účetnictví, ve znění pozdějších předpisů a náležitosti daňového dokladu podle zákona č. 235/2004 Sb., o dani z přidané hodnoty, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „zákon o DPH“), přičemž vždy musí obsahovat označení smluvních stran a jejich adresy, IČ, DIČ, údaj o tom, že výstavce faktury je zapsán v obchodním rejstříku, včetně spisové značky, označení této Smlouvy, označení poskytnutého plnění, číslo faktury, den vystavení a lhůtu splatnosti faktury, označení peněžního ústavu a číslo účtu, na který se má platit, fakturovanou částku, razítko a podpis oprávněné osoby stvrzující správnost faktury, a dále musí obsahovat název a číslo projektu: „*Detekce vozidel s nadměrnými emisemi částic*“, ev. č. projektu CZ.07.1.02/0.0/0.0/17_046/0001131.
- 6.6 Nebude-li faktura obsahovat všechny náležitosti dle tohoto článku Smlouvy, je Objednatel oprávněn takovou fakturu do dne její splatnosti vrátit Poskytovateli a Poskytovatel je povinen fakturu opravit nebo vystavit novou. Doručením opravené nebo nové faktury začne Objednateli běžet nová lhůta splatnosti, která musí opět činit 30 dnů. Postup podle předcházející věty je možno aplikovat i opakovaně. Odepření plnění a s tím související vrácení faktury v souladu s tímto odstavcem nezakládá na straně Objednatele prodlení s plněním dluhu.
- 6.7 Smluvní strany se dohodly, že je-li Poskytovatel ke dni uskutečnění zdanitelného plnění veden v seznamu nespolehlivých plátců DPH ve smyslu § 106a zákona o DPH, anebo nastane-li některá z jiných skutečností rozhodných pro ručení Objednatele dle zákona o DPH, je Objednatel oprávněn zaplatit Poskytovateli pouze část sjednané ceny bez DPH a DPH zaplatit příslušnému správci daně dle platných právních předpisů. O provedené úhradě DPH správci daně bude Objednatel Poskyvatele bez zbytečného odkladu informovat zasláním kopie oznámení pro správce daně dle § 109a zákona o DPH. V případě, že správce daně rozhodne o tom, že Poskytovatel je nespolehlivým



plátcem, zavazuje se o tom Poskytovatel informovat Objednatele nejpozději do dvou pracovních dnů.

- 6.8 Je-li Poskytovatel plátce DPH, uhradí Objednatel částky dle přijatých faktur pouze na bankovní účty Poskytovatele zveřejněné správcem daně způsobem umožňujícím dálkový přístup ve smyslu § 96 odst. 2 zákona o DPH. V případě, že Poskytovatel nebude mít svůj bankovní účet tímto způsobem zveřejněn, uhradí Objednatel Poskytovateli pouze základ daně, přičemž DPH uhradí Poskytovateli až po zveřejnění příslušného účtu příslušného Poskytovatele v registru plátců a identifikovaných osob příslušným Poskytovatelem.

VII.

Práva a povinnosti smluvních stran

- 7.1 Poskytovatel se zavazuje, že činnosti a výkony, ke kterým se touto Smlouvou zavázal, bude poskytovat Objednateli v souladu s jeho oprávněnými zájmy a že tyto činnosti a výkony bude provádět nebo obstarávat s nejvyšší možnou odbornou péčí, podle pokynů Objednatele a dohody s oprávněnými zástupci Objednatele, ve stanovených termínech a kvalitě.
- 7.2 Poskytovatel je povinen prokazatelným způsobem upozornit Objednatele na nevhodnost jeho pokynu. V případě, že Objednatel bude přesto na provedení takového pokynu trvat, je Poskytovatel povinen pokyn splnit, ale neodpovídá za případnou škodu způsobenou splněním takového pokynu Objednatele. Poskytovatel se může od pokynů Objednatele odchýlit, jen je-li to nezbytné v zájmu Objednatele a nemůže-li si vyžádat včas jeho souhlas.
- 7.3 Poskytovatel je povinen na výzvu Objednatele předat Objednateli své stanovisko ke konkrétní záležitosti týkající se Projektu, a to nejpozději do tří pracovních dnů od doručení výzvy. Na žádost Objednatele se Poskytovatel také zavazuje spolupracovat či poskytnout součinnost případným dalším dodavatelům Objednatele.
- 7.4 Poskytovatel je povinen vést písemné záznamy o průběhu plnění jednotlivých úkolů a na vyžádání je povinen tyto záznamy Objednateli předložit. Poskytovatel je dále povinen informovat Objednatele o plnění svých povinností podle této Smlouvy a o důležitých skutečnostech, které mohou mít vliv na výkon práv a plnění povinností smluvních stran.
- 7.5 Poskytovatel se zavazuje upozornit Objednatele včas na všechny hrozící vady svého plnění, jakož i poskytovat Objednateli veškeré informace, které jsou pro plnění této Smlouvy nezbytné, a dále neprodleně oznámit písemnou formou Objednateli překážky, které mu brání v plnění předmětu této Smlouvy a výkonu dalších činností souvisejících s plněním předmětu této Smlouvy. Poskytovatel je povinen upozornit Objednatele na potenciální rizika vzniku škod a včas a řádně dle svých možností provést taková opatření, která riziko vzniku škod zabrání nebo je minimalizuje.
- 7.6 Poskytovatel se zavazuje zajistit prvky povinné publicity na relevantních výstupech Projektu v souladu s nařízením Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1303/2013 ze dne 17. prosince 2013 o společných ustanoveních o Evropském fondu pro regionální



rozvoj, Evropském sociálním fondu, Fondu soudržnosti, Evropském zemědělském fondu pro rozvoj venkova a Evropském námořním a rybářském fondu, o obecných ustanoveních o Evropském fondu pro regionální rozvoj, Evropském sociálním fondu, Fondu soudržnosti a Evropském námořním a rybářském fondu a o zrušení nařízení Rady (ES) č. 1083/2006, s Metodickým pokynem pro publicitu a komunikaci ESI fondů v programovém období 2014 - 2020, a s Pravidly pro žadatele a příjemce Operačního programu Praha – pól růstu ČR.

- 7.7 Poskytovatel se dále zavazuje zajistit pro plnění této Smlouvy odborně způsobilý realizační tým v dostatečném rozsahu, minimálně však rozsahu uvedeném v nabídce Poskytovatele podané v rámci zadávacího řízení Veřejné zakázky. Seznam členů realizačního týmu, který odpovídá realizačnímu týmu doloženému Poskytovatelem v jeho nabídce podané v rámci zadávacího řízení Veřejné zakázky, tvoří Přílohu č. 2 této Smlouvy. Poskytovatel je oprávněn člena realizačního týmu uvedeného v Příloze č. 2 této Smlouvy nahradit jinou osobou pouze na základě předchozího písemného souhlasu Objednatele. Objednatel je povinen takový souhlas udělit v případě, že nový člen realizačního týmu splňuje požadavky na kvalifikaci dle Zadávací dokumentace minimálně ve stejném rozsahu jako nahrazovaný člen realizačního týmu. Realizační tým Poskytovatele může být dále doplněn libovolným počtem dalších osob, které nesplňují v celém rozsahu požadavky Objednatele stanovené v Zadávací dokumentaci, a to i bez souhlasu Objednatele.
- 7.8 Poskytovatel se zavazuje Předmět plnění této Smlouvy provést vlastními zaměstnanci nebo poddodavateli uvedenými v Příloze č. 1 této Smlouvy, kterou tvoří seznam poddodavatelů, odpovídající seznamu poddodavatelů předloženému Poskytovatelem v rámci zadávacího řízení Veřejné zakázky. Poskytovatel není oprávněn pro plnění této Smlouvy využít poddodavatele neuvedeného v Příloze č. 1 této Smlouvy a není oprávněn poddodavatele uvedené v Příloze č. 1 této Smlouvy využívat pro jiné než tam uvedené činnosti. Změna či doplnění poddodavatele nebo změna rozsahu poddodávky je přípustná jen na základě předchozího písemného souhlasu Objednatele. Nový poddodavatel, pokud nahrazuje poddodavatele, jehož prostřednictvím Poskytovatel prokazoval kvalifikaci v zadávacím řízení Veřejné zakázky, musí splňovat kvalifikaci stanovenou v Zadávací dokumentaci minimálně ve stejném rozsahu, jako nahrazovaný poddodavatel.
- 7.9 Poskytovatel prohlašuje, že veškeré skutečnosti, které považuje za obchodní tajemství a nelze je poskytnout podle zákona č. 106/1999 Sb., o svobodném přístupu k informacím, ve znění pozdějších předpisů, jako takové Objednateli v průběhu zadávacího řízení Veřejné zakázky označil. Poskytovatel se zavazuje, že předá-li v průběhu plnění této Smlouvy Objednateli informace, které budou představovat obchodní tajemství, jako takové označí nejpozději v okamžiku jejich předání Objednateli. Specifikace předmětu obchodního tajemství nesmí bránit ani ztěžovat využití oprávnění Objednatele uvedených v této Smlouvě.
- 7.10 Objednatel je oprávněn provádět kontrolu postupu plnění této Smlouvy a kontrolu dodržování ustanovení této Smlouvy. V případě, že dojde ke zjištění pochybení Poskytovatele, je Poskytovatel povinen bezodkladně zjednat nápravu.
- 7.11 Objednatel se zavazuje poskytnout Poskytovateli nezbytnou součinnost pro provádění Předmětu plnění dle této Smlouvy.



VIII. Vlastnické právo a licence

- 8.1 Vlastnické právo k jakémukoliv výstupu plnění této Smlouvy nebo jeho části přechází z Poskytovatele na Objednatele okamžikem předání a převzetí tohoto výstupu či jeho části. Poskytovatel se zavazuje předat Objednateli všechny výstupy plnění této Smlouvy zachycené na hmotných substrátech, včetně zdrojových kódů, které jsou potřebné pro užívání, úpravy či doplnění Předmětu plnění a veškerou Dokumentaci související s Předmětem plnění, to vše vždy v rámci předání a převzetí dílčího plnění dle čl. IV. této Smlouvy. Nebezpečí škody na předaných věcech přechází na Objednatele okamžikem jejich faktického předání do dispozice Objednatele, tj. podpisem předávacího protokolu.
- 8.2 Smluvní strany jsou si vědomy, že výstupy činnosti Poskytovatele podle této Smlouvy mohou naplňovat znaky autorského díla ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů ve znění pozdějších předpisů (dále jen „**autorský zákon**“), a mohou tak podléhat autorskoprávní ochraně.
- 8.3 Poskytovatel na základě této Smlouvy uděluje Objednateli nevýhradní, nevypověditelnou, časově, místně a věcně neomezenou licenci k využití všech výstupů činnosti Poskytovatele podle této Smlouvy, a to okamžikem předání a převzetí výstupů dílčího plnění dle čl. IV. této Smlouvy (dále jen „**Licence**“). Objednatel je tak zejména oprávněn jednotlivé výstupy činnosti Poskytovatele nebo jejich jakoukoliv část libovolným způsobem dále zpracovávat, šířit, připojit k jinému dílu či jinak užívat. Pro vyloučení pochybností smluvní strany uvádějí, že Objednatel bude kromě jiného oprávněn předat jakékoliv výstupy činnosti Poskytovatele podle této Smlouvy libovolnému třetímu subjektu k dalšímu zpracování a užití. Objednatel je zejména oprávněn libovolně měnit, upravovat či jinak zasahovat do zdrojového kódu vytvořeného Systému a datových struktur, včetně související Dokumentace, který Poskytovatel předal Objednateli v souladu s touto Smlouvou.
- 8.4 Objednatel je zejména oprávněn k nevýhradnímu výkonu všech majetkových práv duševního vlastnictví dle autorského zákona v plném rozsahu, a to ke všem částem Předmětu plnění, včetně související Dokumentace, a dále k veškerým dalším autorským dílům, která byla vytvořena při vývoji, inovaci či jiné změně Předmětu plnění či jinak při plnění této Smlouvy, to vše nezávisle na tom, zda předmětnou část Předmětu plnění vytvořil Poskytovatel sám či s využitím poddodavatele.
- 8.5 Smyslem tohoto článku Smlouvy je, aby Objednatel byl vykonavatelem majetkových práv ke všem částem Předmětu plnění a mohl řádně užívat všechny části Předmětu plnění vytvořené na základě této Smlouvy, i po skončení trvání této Smlouvy, a aby takto vytvořené plnění mohl případně dále sám nebo s využitím třetích osob dále upravovat či doplňovat.
- 8.6 Poskytovatel odpovídá za to, že Předmět plnění dle této Smlouvy nezasahuje a nebude zasahovat do práv jiných osob, zejména práv průmyslového nebo jiného duševního vlastnictví, a to pro jakékoliv způsoby užití Předmětu plnění či jeho části v České republice i v zahraničí. Poskytovatel je tak zejména povinen zajistit, aby sám disponoval dostatečnými právy k užití duševního vlastnictví skutečných autorů Předmětu plnění



- či jeho části, tj. zaměstnanců, poddodavatelů či jiných osob, které k plnění této Smlouvy využije.
- 8.7 Odměna za poskytnutí Licence podle tohoto článku Smlouvy je zahrnuta v ceně Předmětu plnění dle čl. VI. této Smlouvy. Poskytovatel nemá právo na jakékoliv dodatečné plnění v souvislosti s poskytnutím Licence podle tohoto článku Smlouvy.
- 8.8 Objednatel není povinen Licenci využít, přičemž v takovém případě Licence nezaniká. Objednatel je oprávněn udělit podlicenci v celém rozsahu Licence, a to i bez předchozího souhlasu Poskytovatele.
- 8.9 Poskytovatel prohlašuje, že veškeré součásti Předmětu plnění a další výstupy Poskytovatele považované za autorské dílo vytvořené Poskytovatelem, případně jeho poddodavatelem, v rámci plnění této Smlouvy, jsou vytvořeny specificky pro Objednatele v rámci plnění této Smlouvy. Ustanovení tohoto odstavce nevylučuje možnost pro plnění této Smlouvy využít i případná dříve existující autorská díla za podmínek dle této Smlouvy.
- 8.10 Poskytovatel na základě této Smlouvy poskytuje Objednateli nevýhradní licenci k užití všech částí Předmětu plnění, které budou Objednateli v rámci plnění této Smlouvy dodány, ačkoliv nebyly při plnění této Smlouvy vyvinuty. Dodání jakékoliv části Předmětu plnění, na kterou se bude vztahovat nevýhradní licence dle tohoto odstavce této Smlouvy je možné pouze na základě předchozího písemného souhlasu Objednatele. Objednatel rozhodne o odsouhlasení či neodsouhlasení na základě vymezení licenčních podmínek takového plnění ze strany Poskytovatele. Poskytovatel se v takovém případě zavazuje předat Objednateli jako součást Dokumentace i kompletní uživatelskou, bezpečnostní a provozní dokumentaci (dále jen „**Licence k existujícím dílům**“).
- 8.11 Poskytovatel prohlašuje, že je oprávněn poskytnout Objednateli Licenci i Licenci k existujícím dílům dle tohoto článku Smlouvy, a to v rozsahu a za podmínek stanovených v této Smlouvě. Poskytovatel zejména prohlašuje, že v souladu s autorským zákonem a občanským zákoníkem získal souhlasy autorů či držitelů licencí k poskytnutí Licence i Licence k existujícím dílům v rozsahu a za podmínek dle této Smlouvy a není na základě příslušných licenčních ujednání se svými poddodavatelem nebo jinými osobami omezen v poskytnutí Licence a Licence k existujícím dílům v rozsahu a za podmínek sjednaných v této Smlouvě. Ukáže-li se prohlášení Poskytovatele podle tohoto odstavce Smlouvy jako nepravdivé, zavazuje se Poskytovatel zahájit bez zbytečného odkladu nezbytné právní kroky a jiné úkony k tomu, aby Licence i Licence k existujícímu dílům byla poskytnuta v rozsahu a za podmínek sjednaných v této Smlouvě a dále nahradit Objednateli veškerou majetkovou i nemajetkovou újmu a veškeré účelně vynaložené náklady související s případnými uplatněnými či hrozícími nároky třetích osob.
- 8.12 Součástí Předmětu plnění může být i tzv. proprietární software nebo tzv. open source software, u kterého Poskytovatel nemůže udělit Objednateli oprávnění dle předchozích ustanovení tohoto článku Smlouvy nebo to po něm nelze spravedlivě požadovat, avšak pouze v případě, že:
- se jedná o software renomovaných výrobců, který je na trhu běžně dostupný, tj. nabízený na území České republiky alespoň třemi na sobě nezávislými a vzájemně nepropojenými subjekty oprávněnými takový software upravovat, a který je v době uzavření smlouvy prokazatelně užíván v produktivním



prostředí nejméně u deseti na sobě nezávislých a vzájemně nepropojených subjektů. Poskytovatel je povinen poskytnout Objednateli o této skutečnosti písemné prohlášení a na výzvu Objednatele tuto skutečnost prokázat; nebo

- se jedná o open source software, který je veřejnosti poskytován zdarma, včetně detailně komentovaných zdrojových kódů, úplné uživatelské, provozní a administrátorské dokumentace a práva software měnit. Poskytovatel je povinen poskytnout Objednateli o této skutečnosti písemné prohlášení a na výzvu Objednatele tuto skutečnost prokázat; nebo
- se jedná o software, u kterého Poskytovatel poskytne s ohledem na jeho marginální význam, nekomplikovanou propojitelnost či oddělitelnost a nahraditelnost v rámci Předmětu plnění bez nutnosti vynakládání výraznějších prostředků, písemnou garanci, že další rozvoj Předmětu plnění jinou osobou než Poskytovatelem je možné provádět bez toho, aby tím byla dotčena práva autorů takového softwaru, neboť nebude nutné zasahovat do zdrojových kódů takového softwaru anebo proto, že případné nahrazení takového softwaru nebude představovat výraznější komplikaci a náklad na straně Objednatele.

8.13 Nelze-li to na Poskytovateli spravedlivě požadovat, nemusí být Objednateli k proprietárnímu softwaru dle odst. 8.12 této Smlouvy předány zdrojové kódy a stejně tak nemusí být poskytnuto Objednateli právo do proprietárního softwaru zasahovat, vždy však musí být Objednateli předána kompletní uživatelská, administrátorská a provozní dokumentace. Jestliže jsou s užitím proprietárního software či jiných souvisejících plnění spojeny jednorázové či pravidelné poplatky, je Poskytovatel povinen uhradit všechny tyto poplatky za celou dobu trvání Smlouvy.

IX. Ukončení této Smlouvy

9.1 Tato Smlouva je sjednána na dobu určitou do 31.08.2023.

9.2 Smluvní strany jsou oprávněny od této Smlouvy odstoupit na základě zákona a dále v případech stanovených touto Smlouvou. Tato Smlouva v případě odstoupení zaniká ke dni doručení písemného oznámení o odstoupení druhé smluvní straně. V odstoupení musí být uveden důvod, pro který smluvní strana od této Smlouvy odstupuje.

9.3 Objednatel je oprávněn od této Smlouvy odstoupit, a to bez jakékoliv sankce či nároku na náhradu škody na straně Poskytovatele, v případě:

- a) že mu nebudou přiděleny finanční prostředky z Operačního programu Praha – pól růstu ČR za účelem financování Projektu nebo mu prostředky budou odebrány;
- b) že v průběhu plnění této Smlouvy se zařízení, jejichž vývoj a dodávka je součástí Předmětu plnění této Smlouvy, stanou komerčně dostupnými;
- c) že Poskytovatel je v prodlení s dokončením a předáním dílčí části Předmětu plnění po dobu více než 30 dnů;
- d) že je neuspokojivý stav dosažených výsledků I. Fáze inovačního partnerství, tj. dosažené výsledky neodpovídají požadavkům Objednatele;
- e) porušení jakékoliv povinnosti Poskytovatele dle této Smlouvy poté, co Poskytovatele vyzval k nápravě, stanovil mu lhůtu alespoň 30 dnů ke zjednáání nápravy a Poskytovatel ve stanovené lhůtě nápravu nezjednal;



- f) že Objednatel zjistí, že Poskytovatel měl být vyloučen z účasti v zadávacím řízení Veřejné zakázky nebo Poskytovatel před zadáním Veřejné zakázky předložil údaje dokumenty nebo vzorky, které neodpovídaly skutečnosti, a měly nebo mohly mít vliv na výběr Poskytovatele;
 - g) že nebude z jakéhokoliv důvodu možné provést řádnou akceptaci kteréhokoliv dílčího plnění, a to ani po třetím kole vypořádání připomínek Objednatele;
 - h) že bylo příslušným orgánem vydáno pravomocné rozhodnutí zakazující plnění této Smlouvy;
 - i) že na majetek Poskytovatele bude prohlášen úpadek nebo Poskytovatel sám podá dlužnický návrh na zahájení insolvenčního řízení;
 - j) podstatného porušení této Smlouvy dle odst. 10.4;
 - k) že Poskytovatel vstoupí do likvidace nebo proti Poskytovateli bude zahájeno trestní stíhání pro trestný čin podle zákona č. 418/2011 Sb., o trestní odpovědnosti právnických osob a řízení proti nim, ve znění pozdějších předpisů.
- 9.4 Poskytovatel má v případě odstoupení od této Smlouvy nárok na zaplacení části ceny za plnění, které bylo řádně poskytnuto do okamžiku, kdy obdržel oznámení o odstoupení, s výjimkou případů, kdy Objednatel odstupuje v důsledku porušení povinnosti ze strany Poskytovatele. V takovém případě má Poskytovatel nárok pouze na náhradu toho, oč se Objednatel obohatil.
- 9.5 Objednatel je oprávněn tuto Smlouvu kdykoli písemně vypovědět, a to i bez udání důvodu. Výpovědní doba činí 1 měsíc a počíná běžet dnem doručení výpovědi Poskytovateli.
- 9.6 Poskytovatel je oprávněn odstoupit od této Smlouvy výhradně v případě prodlení Objednatele se zaplacením jakékoliv částky dle této Smlouvy po dobu delší než 60 dnů, pokud Objednatel nezjedná nápravu ani v dodatečně přiměřené lhůtě, kterou mu k tomu tento Poskytovatel poskytne v písemné výzvě, přičemž tato lhůta nesmí být kratší než 10 pracovních dnů od doručení takové výzvy.
- 9.7 Ukončením této Smlouvy nejsou dotčena ustanovení Smlouvy týkající se licence dle čl. VIII. této Smlouvy, povinnosti nahradit škodu a povinnosti zaplatit smluvní pokuty, ani další ustanovení a nároky, z jejichž povahy vyplývá, že mají trvat i po zániku této Smlouvy.

X. Odpovědnost

- 10.1 Poskytovatel odpovídá za odborné, poctivé a pečlivé provádění činností v rozsahu daném touto Smlouvou a příslušnými obecně závaznými právními předpisy. Pokud k plnění této Smlouvy použije jiné osoby, odpovídá tak, jako by činnost prováděl sám.
- 10.2 Poskytovatel odpovídá Objednateli za jakoukoliv škodu či nemajetkovou újmu způsobenou v souvislosti s prováděním Předmětu plnění dle této Smlouvy, a to i tehdy, byla-li škoda či jiná újma způsobena zaměstnancem Poskytovatele či jinou osobou, prostřednictvím které Poskytovatel poskytoval plnění dle této Smlouvy Objednateli. Smluvní strany se zavazují vyvinout maximální úsilí k předcházení škodám a k minimalizaci případných škod.



- 10.3 Poskytovatel se odpovědnosti dle tohoto článku zproští, prokáže-li, že vzniku škody či jiné újmy nemohl zabránit ani při vynaložení veškerého úsilí, které po něm bylo možné požadovat.
- 10.4 V případě, že budou Objednatelem po převzetí Předmětu plnění nebo jeho dílčí části zjištěny jakékoliv vady, které brání užívání Předmětu plnění či jeho části, jedná se o porušení této Smlouvy podstatným způsobem a Objednatel má právo:
- požadovat odstranění vady, a to ve lhůtě deseti pracovních dnů od oznámení vady, není-li dohodnuta lhůta delší;
 - na přiměřenou slevu z ceny dle odst. 6.1 této Smlouvy;
 - odstoupit od této Smlouvy dle odst. 9.3 této Smlouvy.
- 10.5 Objednatel je povinen Poskytovateli sdělit volbu svého nároku z vad dle odst. 10.4 této Smlouvy ihned při uplatnění těchto vad. Objednatel je oprávněn volbu nároku z odpovědnosti za vady měnit až do okamžiku odstranění vad Poskytovatelem.
- 10.6 V případě zjištění jiných vad Předmětu plnění či jeho části, které nebrání užívání Předmětu plnění či jeho části, má Objednatel nárok na jejich odstranění, a to ve lhůtě deseti pracovních dnů od oznámení vady, není-li dohodnuta lhůta delší.
- 10.7 Případné vady Předmětu plnění či jeho části je Objednatel povinen uplatnit u Poskytovatele prokazatelným způsobem písemnou, případně elektronickou formou. V reklamaci Objednatel uvede popis vady, popřípadě její projevy a současně uvede, zda se jedná o vadu, která brání užívání Předmětu plnění či jeho části. Vada je považována za odstraněnou nejdříve podepsáním protokolu o odstranění vady oběma smluvními stranami.
- 10.8 Jestliže Poskytovatel neodstraní uplatněné vady Předmětu plnění či jeho části ve stanovených lhůtách, popř. v přiměřené lhůtě dohodnuté s Objednatelem, může Objednatel i bez souhlasu Poskytovatele po jeho předchozím vyrozumění zahájit takové postupy k odstranění vady Předmětu plnění či jeho části, které budou potřebné, a to na náklady a odpovědnost Poskytovatele a bez újmy na jakýchkoliv dalších právech, které může Objednatel uplatnit dle této Smlouvy. Objednatel je zejména oprávněn odstranit vady Předmětu plnění či jeho části sám nebo prostřednictvím třetích osob a požadovat po Poskytovateli náhradu nákladů vynaložených na odstranění vady Předmětu plnění či jeho části.

XI.

Zástupci smluvních stran

- 11.1 Každá ze smluvních stran jmenuje své zástupce pro věcná jednání. Tito zástupci budou smluvní strany zastupovat ve smluvních, obchodních a technických záležitostech souvisejících s plněním této Smlouvy. Pro vyloučení pochybnosti se smluvní strany dohodly, že:
- osoby oprávněné jednat za Poskytovatele v záležitostech smluvních jsou oprávněny vést jednání s osobami oprávněnými jednat za Objednatele v záležitostech smluvních a jsou oprávněné měnit či rušit tuto Smlouvu a uzavírat k ní případné dodatky,



- osoby oprávněné jednat za Poskytovatele v záležitostech obchodních jsou oprávněny vést s osobami oprávněnými jednat za Objednatele v záležitostech obchodních jednání obchodního charakteru, jednat v rámci akceptačního řízení, zejména podepisovat příslušné protokoly; tyto osoby však nejsou oprávněny tuto Smlouvu měnit či rušit ani k ní uzavírat dodatky,
- osoby oprávněné jednat v záležitostech technických jsou oprávněny vést jednání technického charakteru, poskytovat stanoviska v technických otázkách; tyto osoby nejsou oprávněny tuto Smlouvu měnit či rušit ani k ní uzavírat dodatky.

11.2 Veškerá komunikace mezi Objednatelem a Poskytovatelem bude probíhat prostřednictvím zástupců dle tohoto článku Smlouvy, statutárních orgánů smluvních stran, popř. jimi písemně pověřených pracovníků. Udaje o svých zástupcích mohou smluvní strany kdykoliv změnit. Tato změna je vůči druhé smluvní straně účinná ode dne následujícího po dni, kdy ji byla změna prokazatelně oznámena.

11.3 Zástupci na straně Objednatele:

- a) ve věcech smluvních:
- b) ve věcech obchodních:
- c) ve věcech technických:



11.4 Zástupci na straně Poskytovatele:

- a) ve věcech smluvních:
- b) ve věcech obchodních:
- c) ve věcech technických:



11.5 Všechna oznámení mezi Objednatelem a Poskytovatelem, která se vztahují k této Smlouvě nebo která mají být učiněna na základě této Smlouvy, musí být učiněna v písemné podobě a jejich adresátu doručena buď osobně, datovou schránkou nebo doporučeným dopisem na adresu uvedenou v záhlaví této Smlouvy, není-li mezi smluvními stranami dohodnuto jinak. Nemá-li komunikace dle předchozí věty mít vliv na platnost a účinnost Smlouvy, připouští se též doručení prostřednictvím e-mailu na příslušné adresy uvedené v odst. 11.3 a 11.4 této Smlouvy. Pro vyloučení



pochybnosti se smluvní strany dohodly, že prostřednictvím e-mailu lze doručit zejména připomínky, výhrady či výzvy dle této Smlouvy.

- 11.6 Údaje o svých zástupcích může příslušná smluvní strana kdykoliv změnit. Tato změna je vůči druhé smluvní straně účinná ode dne následujícího po dni, kdy jí byla změna prokazatelně oznámena. V případě změny identifikačních údajů zástupců smluvní strany uvedených v této Smlouvě je smluvní strana, u které změna nastala, povinna informovat o ní druhou smluvní stranu, a to průkazným způsobem a bez zbytečného odkladu. V případě, že z důvodů porušení této povinnosti dojde ke vzniku škody či nemajetkové újmy, zavazuje se strana, která újmu způsobila, tuto újmu druhé straně nahradit.

XII.

Smluvní pokuty a sankce

- 12.1 V případě prodlení s předáním jakéhokoliv výstupu činnosti podle této Smlouvy nebo v případě prodlení s uspokojením nároků Objednatele při uplatnění práv z vadného plnění je Objednatel oprávněn po Poskytovateli požadovat zaplacení smluvní pokuty ve výši 5.000,- Kč za každý jednotlivý případ a započatý den prodlení.
- 12.2 V případě, že výstupy činnosti Poskyvatele nebudou při jejich akceptaci ze strany Objednatele dosahovat některého z kvantifikovaných parametrů, které Poskyvatel uvedl v Popisu návrhu technického řešení Poskyvatele, který tvoří Přílohu č. 3 této Smlouvy, a které byly současně předmětem hodnocení dle čl. 9.1 Zadávací dokumentace, je Objednatel oprávněn po Poskytovateli požadovat zaplacení smluvní pokuty ve výši 200.000,- Kč za každý jednotlivý parametr, u kterého Poskyvatel nedosáhl hodnot uvedených v Popisu návrhu technického řešení a který byl současně předmětem hodnocení dle čl. 9.1 Zadávací dokumentace.
- 12.3 V případě porušení povinnosti mlčenlivosti uvedené v odst. 13.6 této Smlouvy je smluvní strana, která tuto povinnost porušila, povinna zaplatit druhé smluvní straně smluvní pokutu ve výši 50.000,- Kč za každé jednotlivé porušení.
- 12.4 V případě prodlení s úhradou svého peněžitého závazku se Objednatel zavazuje uhradit Poskytovateli pouze úroky z prodlení ve výši stanovené příslušnými právními předpisy s tím, že zaplacené úroky z prodlení v tomto případě plně kryjí i náhradu případné škody na straně Poskyvatele.
- 12.5 Smluvní pokuta je splatná do 30 dnů po doručení výzvy oprávněné smluvní strany druhé smluvní straně k její úhradě. Výzva musí vždy obsahovat popis a časové určení události, která v souladu s touto Smlouvou zakládá právo účtovat smluvní pokutu. Smluvní pokuta je splatná na bankovní účet oprávněné smluvní strany uvedený v písemné výzvě. Za úhradu smluvní pokuty se považuje den připsání prostředků na bankovní účet oprávněné smluvní strany.
- 12.6 Smluvní strany sjednávají právo Objednatele provést jednostranný zápočet vzájemných pohledávek, a to i v případě pohledávky nejisté nebo neurčité ve smyslu ust. § 1987 odst. 2 občanského zákoníku.



- 12.7 Případný nárok Objednatele na náhradu škody není úhradou smluvní pokuty dle tohoto článku Smlouvy dotčen ani nijak omezen. Zaplacením smluvní pokuty nezaniká povinnost Poskytovatele splnit povinnost dle této Smlouvy zajištěnou smluvní pokutou.

XIII. Závěrečná ustanovení

- 13.1 Tuto Smlouvu je možno měnit pouze písemnou formou na základě vzestupně číslovaných dodatků. Veškeré změny této smlouvy musí být v souladu se zákonem č. 134/2016 Sb., o zadávání veřejných zakázek, ve znění pozdějších předpisů, Pravidly pro žadatele a příjemce Operačního programu Praha – pól růstu ČR a interními pravidly Objednatele. Smluvní strany se dohodly, že aplikace ustanovení § 562 odst. 1 občanského zákoníku se pro účely změny této Smlouvy vylučuje.
- 13.2 Poskytovatel bere na vědomí, že tato Smlouva podléhá povinnosti uveřejnění podle zákona č. 340/2015 Sb., o zvláštních podmínkách účinnosti některých smluv, uveřejňování těchto smluv a o registru smluv (zákon o registru smluv), ve znění pozdějších předpisů. Tato Smlouva bude takto uveřejněna v plném rozsahu a smluvní strany potvrzují, že neobsahuje žádné citlivé informace nebo obchodní tajemství. Poskytovatel rovněž bere na vědomí a souhlasí, že tato Smlouva včetně jejích případných budoucích dodatků bude v plném znění uveřejněna na Objednatelově profilu zadavatele ve smyslu příslušného zvláštního právního předpisu o zadávání veřejných zakázek, popř. i na jiném vhodném místě dostupném prostřednictvím veřejné datové sítě, a to dle uvážení Objednatele. Uveřejnění této Smlouvy podle zákona o registru smluv zajistí Objednatel. Objednatel je oprávněn takto uveřejnit tuto Smlouvu v plném znění.
- 13.3 Tato Smlouva nabývá platnosti dnem jejího podpisu oběma smluvními stranami a účinnosti uveřejněním dle zákona o registru smluv.
- 13.4 Práva a povinnosti touto Smlouvou výslovně neupravené se řídí příslušnými právními předpisy právního řádu České republiky, zejména občanským zákoníkem.
- 13.5 Poskytovatel se zavazuje k poskytnutí součinnosti jako osoba povinná spolupůsobit při výkonu finanční kontroly dle § 2 písm. e) zákona č. 320/2001 Sb., o finanční kontrole a dle zákona č. 255/2012 Sb., o kontrole, a to i po zániku této Smlouvy, bez nároku na jakoukoliv odměnu či náhradu nad rámec odměny dle čl. VI. této Smlouvy. Poskytovatel je povinen poskytnout kontrolním orgánům veškerou nutnou součinnost a po dobu deseti let od zániku této Smlouvy uchovávat veškerou související dokumentaci. K součinnosti minimálně ve stejném rozsahu je Poskytovatel povinen smluvně zavázat všechny své případné poddodavatele.
- 13.6 Smluvní strany jsou povinny zachovávat mlčenlivost o skutečnostech, které se v souvislosti s plněním této Smlouvy dozví, a které jsou výslovně a prokazatelně označeny některou ze smluvních stran jako obchodní tajemství, a to bez ohledu na to, jakým způsobem tyto informace smluvní strana získala, s výjimkou informací, které nelze považovat za obchodní tajemství dle § 504 občanského zákoníku a dříve uveřejněných informací. Smluvní strany jsou současně povinny zajistit, aby tuto povinnost dodržovala i jakákoliv třetí osoba, kterou při plnění této Smlouvy přímo či nepřímo použije.



- 13.7 Smluvní strany prohlašují, že skutečnosti uvedené v této Smlouvě nepovažují za obchodní tajemství ve smyslu ustanovení § 504 občanského zákoníku a udělují svolení k jejich užití a zveřejnění bez stanovení jakýchkoli dalších podmínek.
- 13.8 Smluvní strany berou na vědomí, že plnění této Smlouvy bude spolufinancováno z Evropských strukturálních a investičních fondů, Operačního programu Praha – pól růstu ČR, v rámci projektu „Detekce vozidel s nadměrnými emisemi částic“, ev. č. CZ.07.1.02/0.0/0.0/17_046/0001131.
- 13.9 Tato Smlouva je sepsána v pěti vyhotoveních, z nichž Poskytovatel obdrží po dvou vyhotoveních a Objednatel po třech vyhotoveních. Nedílnou součástí této Smlouvy jsou její níže uvedené přílohy.
- 13.10 Pokud se kterékoliv ujednání obsažené v této Smlouvě ukáže být neplatným, neúčinným či nevymahatelným, nemá tato skutečnost vliv na platnost, účinnost a vymahatelnost ostatních ujednání obsažených v této Smlouvě. Smluvní strany se zavazují nahradit takové neplatné, neúčinné či nevymahatelné ustanovení ustanovením platným, účinným a vymahatelným, které se svým obsahem bude co nejvíce blížit ekonomickému účelu této Smlouvy.
- 13.11 Smluvní strany výslovně sjednávají, že případné obchodní zvyklosti, týkající se plnění této Smlouvy, nemají přednost před ujednáními obsaženými v této Smlouvě, ani před ustanoveními zákona, byť by tato ustanovení neměla donucující účinky.
- 13.12 Smluvní strany se zavazují vyvinout maximální úsilí k odstranění vzájemných sporů vzniklých na základě této Smlouvy nebo v souvislosti s touto Smlouvou nejprve smírně prostřednictvím jednání oprávněných osob nebo pověřených zástupců. Tím není dotčeno právo smluvních stran obrátit se na příslušný soud.
- 13.13 Veškerá práva a povinnosti vyplývající z této Smlouvy přecházejí, pokud to povaha těchto práv a povinností nevyklučuje, na právní nástupce smluvních stran. Poskytovatel není oprávněn postoupit nároky vůči Objednateli na třetí osobu bez předchozího písemného souhlasu Objednatele.
- 13.14 Smluvní strany se zavazují poskytovat si vzájemně veškerou nutnou součinnost k naplnění účelu této Smlouvy.
- 13.15 Dojde-li po uzavření této Smlouvy k podstatné změně okolnosti, nemění to nic na povinnosti Poskytovatele splnit jeho povinnosti dle této Smlouvy. Poskytovatel na sebe přebírá nebezpečí změny okolností.
- 13.16 Smluvní strany výslovně souhlasí s tím, aby tato Smlouva byla uvedena v Centrální evidenci smluv (CES) vedené hl. m. Prahou, která je veřejně přístupná a která obsahuje údaje o smluvních stranách, předmětu smlouvy, číselné označení této smlouvy a datum jejího podpisu.
- 13.17 V souladu s ust. § 43 zákona č. 131/2000 Sb., o hlavním městě Praze, ve znění pozdějších předpisů, tímto Objednatel potvrzuje, že uzavření této Smlouvy schválila Rada hlavního města Prahy usnesením č. 3198 ze dne 20.12.2021.



13.18 Smluvní strany prohlašují, že si tuto Smlouvu přečetly a že tato Smlouva byla uzavřena srozumitelně a určitě dle jejich pravé, svobodné a vážně projevené vůle, nikoliv v tísní nebo za nápadně nevýhodných podmínek. Právní jednání smluvních stran v této Smlouvě svým obsahem a účelem odpovídá dobrým mravům i zákonu. Na důkaz toho připojují smluvní strany své podpisy.

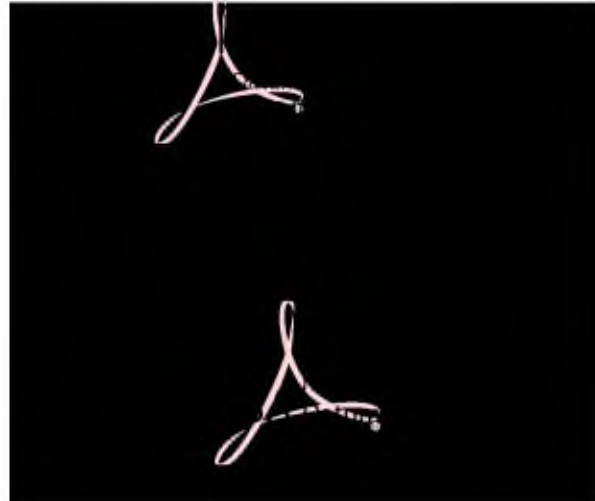
V Praze dne

V Praze dne

Hlavní město Praha

Ing. Libor Šíma, v. r.

ředitel odboru dopravy MHMP
podepsáno elektronicky



Přílohy: 1) Seznam poddodavatelů
2) Seznam členů realizačního týmu
3) Popis návrhu technického řešení Poskytovatele



Příloha č. 1 - Seznam poddodavatelů

Společnost	Předmět plnění
České vysoké učení technické v Praze, Fakulta strojní, Centrum výzkumu udržitelné mobility	<ul style="list-style-type: none">• návrh technického řešení měření prachových částic• výběr vhodných lokalit pro nasazení technologie v praxi• vývoj a výroba měřících zařízení• konzultace v oblasti stávajících i budoucích technických norem vztahených k projektu• kapitoly cenové nabídky = 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.10, 3.11, 5.1, 5.2, 5.3, 5.4 a 5.5
TEMPUS, advokátní kancelář, s.r.o.	<ul style="list-style-type: none">• právní analýza dotčené legislativy a prováděcích předpisů• případné návrhy doporučených změn platné legislativy pro zapojení navrhovaného řešení do ostatních agend zadavatele• průběžné právní konzultace projektového týmu s ohledem na zákonnou proveditelnost navrhovaného řešení• kapitoly cenové nabídky = 3.14 a 4
CCA Group, a.s.	<ul style="list-style-type: none">• procesní analýza a definování potřebných datových zdrojů• celková architektura řešení zpracovávání dat• zajištění datového úložiště a databázi• design vyhodnocovacího SW jako jádra celkového řešení• administrace systému• nastavení datových rozhraní pro další integraci se systémy zadavatele• kapitoly cenové nabídky = 3.7, 3.9, 3.10, 3.11, 5.6, 5.7 a 5.8
TANIX s.r.o.	<ul style="list-style-type: none">• návrh a tvorba grafického prostředí dle jednotlivých uživatelů a měřených hodnot• vizualizace naměřených dat s ohledem na zobrazovací platformu• tvorba dynamických reportů pro další zpracování a navazující činnosti• kapitola cenové nabídky = 3.13
REXONIX s.r.o.	<ul style="list-style-type: none">• datová analýza pomocí neuronových sítí• zpracování dat a vytvoření 3D prezentačního modelu• fotogrammetrii, doplňkové skenování dronem vybraných lokalit• vyhodnocování obrazových dat s použitím neuronových sítí a komerčního produktu CertiConVis od firmy CertiCon• kapitola cenové nabídky = 3.12



Příloha č. 2 - Seznam členů realizačního týmu

Společnost	Funkce v realizačním týmu	Jméno	Nejvyšší dosažené vzdělání
CRA	Projektový manažer	Ivan Saloň	VŠ (PhD)
CRA	Technický manažer	Patrik Jalamudis	VŠ
České vysoké učení technické v Praze, Fakulta strojní, Centrum výzkumu udržitelné mobility	Specialista výzkumu, vývoje a inovací - vedoucí	Bohumil Mareš	VŠ (PhD)
	Specialista výzkumu, vývoje a inovací	Vojtěch Klír	VŠ (PhD)
	Pracovník výzkumu, vývoje a inovací	Ivan Bortel	VŠ
TEMPUS, advokátní kancelář, s.r.o.	Právník	Karin Konstantinová	VŠ
CCA Group, a.s.	Projektový manažer - IT infrastruktura	Milan Sýkora	VŠ
TANIX s.r.o.	Projektový manažer - Vizualizační a reportní platforma	Jaroslav Kysela	VŠ
REXONIX s.r.o.	Projektový manažer - Datová analýza, AI, 3D modelace dat	Viktor Brada	VŠ



3. Popis návrhu technického řešení

3.1. Představení společnosti

Jsme lídrem v poskytování digitální infrastruktury. Kromě standardních vysílacích služeb se zaměřujeme na propojování světa televize, rádia a internetu. Provozujeme a budujeme unikátní datová centra DC TOWER, která poskytují našim zákazníkům špičkový výpočetní výkon při dosažení maximálních parametrů dostupnosti a bezpečnosti. Disponujeme vlastní optickou páteří sítě a díky silné vysílací infrastruktuře můžeme nabídnout také bezdrátová řešení, případně připojení blízkých lokalit pomocí optických vláken.

Působíme jako integrátor komplexních řešení a systémů za použití moderních digitálních technologií.

Disponujeme silným kapitálovým zázemím. Od 30. dubna 2021 je 100% vlastníkem společnosti České Radiokomunikace a.s. společnost Cordiant Digital Infrastructure Limited, investující do základní infrastruktury digitální ekonomiky – datových center, fibreoptických sítí a vysílacích a telekomunikačních věží ve Velké Británii, Evropě a Severní Americe.

3.2. Zákazníkům nabízíme chytrá a stabilní řešení

Jsme držitelem certifikátu ISO 27001, jenž je zaměřen na řízení bezpečnosti informací, certifikátu ISO 20000-1, který se soustředí na management IT služeb a také certifikátů ISO 9001 a 14001. Ty potvrzují neustálé zlepšování poskytovaných služeb a zájem naší společnosti na ochraně životního prostředí.

Fyzické zabezpečení datového centra DC TOWER odpovídá bezpečnostní třídě 3 definované NBÚ. Design i provoz datového centra DC TOWER je v souladu s kategorií TIER III (dle Uptime Institute). Od zprovoznění technologické budovy datového centra v roce 1992 zde nedošlo k výpadku napájení. Všichni zaměstnanci datového centra DC TOWER zároveň disponují prověrkami Národního bezpečnostního úřadu (NBÚ).

Naše infrastruktura je provozována interními týmy se znalostí do úrovně L3, což nám umožňuje kvalitní podporu zákazníkům a rychlou nápravu při řešení provozních potíží.

Garantujeme provoz služeb se SLA ve výši až 99,99 %. Modulární a proměnlivé vlastnosti s vysokými možnostmi rozšíření i pro nejnáročnější klienty. Průhlednost systému licencování je v souladu s legislativou ČR.

3.3. Představení hlavního partnera projektu

Dodavatelský tým doplňuje **Fakulta strojní – České vysoké učení technické v Praze** prostřednictvím odborných pracovníků (a jejich týmů) projektu Centra výzkumu udržitelné mobility (CVUM) s nejvyšší možnou mírou kompetencí v diskutované problematice, jmenovitě:

- Ing. Bohumil Mareš, Ph. D. - Výkonný ředitel CVUM
- Ing. Vojtěch Klír, Ph. D. - Technický ředitel CVUM

Kolegové z FS ČVUT, kteří se na spolupráci podílejí, mají unikátní zkušenosti a podmínky pro výzkum a vývoj v popisované problematice.

Hlavním cílem projektu CVUM je zvyšování úrovně aplikované výzkumné činnosti pro automobilový průmysl prostřednictvím výzkumného centra na evropskou špičku pomocí koncentrace mozků i špičkového vybavení. Činnost se koncentruje na prostředky a technologie výzkumu nových řešení a optimalizací koncepcí jednak pístových motorů pro vozidla i energetiku, jednak hnacích agregátů automobilů včetně elektrických a hybridních a jejich integrované řízení s ohledem na účinnost (posouzení možnosti snížení dráhové spotřeby paliva o 15%), **šetrnost k životnímu prostředí (emise dle EURO 6)**, užitnou hodnotu z hlediska mobility a konečně z toho vyplývající konkurence schopnosti firem, spojených s tuzemským průmyslem.

Ústav automobilů, spalovacích motorů a kolejových vozidel má bohatou historii a vzhledem k postavení automobilového průmyslu a železniční dopravy v ČR je jedním z pilířů Fakulty strojní (FS) ČVUT v Praze. S ním je neoddělitelně spojeno právě Centrum vozidel udržitelné mobility (CVUM), které vzniklo v rámci Operačního programu Výzkum a vývoj pro inovace (VaVpl) a bylo dále rozšířeno díky Národnímu programu udržitelnosti (NPU). Tyto 2 organizační jednotky tvoří jeden celek, který je zaměřen na konstrukci automobilů, kolejových vozidel a jejich pohonů.

V současné době působí CVUM na třech místech: kampus v Dejvicích, laboratoře Na Julisce a laboratoře ve VTP Roztoky (Obrázek 1 a 2).



Obrázek 1 Budova s laboratořemi ve VTP Roztoky

Dlouhodobě patří k největším ústavům na FS ČVUT – nyní cca 70 zaměstnanců (FTE asi 50). V minulosti byl CVUM úspěšný v získávání velkých výzkumných projektů, a to nejen národních (např. v rámci TA ČR, MPO, různých OP), ale také mezinárodních (např. EU FP6, FP7, H2020). A protože jak moderní automobily, tak současná kolejová vozidla jsou příkladem komplexních výrobků vyžadujících mezioborový přístup, jsou zde vytvořeny silné vazby na jiné ústavy jak v rámci FS ČVUT, tak i jiných fakult ČVUT. Toto je praktikováno dlouhodobě, a to nejen během řešení výzkumných a vývojových projektů, ale také v rámci výuky (primárně magisterského a doktorského studijního program).



Obrázek 2 Jedna z laboratoří Centra vozidel udržitelné mobility

Niže je představena současnost a budoucnost CVUM na příkladech větších výzkumných projektů a témat, které demonstrují významné změny probíhající v oborech automobilů a kolejových vozidel.

Současnost

V této sekci je představen výběr významných projektů ze současnosti nebo nedávné minulosti, které charakterizují aktuálních výzkumná a vývojová témata. Získané informace a zkušenosti se pak odrážejí i ve výuce magisterských a doktorských studentů.

Centrum kompetence automobilového průmyslu Josefa Božka (CK AP JB)

Zásadním projektem uplynulé dekády bylo Centrum kompetence automobilového průmyslu Josefa Božka (<https://starfos.tacr.cz/cs/project/TE01020020>), podpořené dotací v rámci programu Centra kompetence TA ČR v období 2012-2017. Realizace projektu tedy zhruba pokrývá prvních pět let fungování nových laboratoří ve VTP Roztoky. Vzhledem k zaměření na konstrukci a optimalizaci automobilů a jejich pohonných jednotek se jednalo o přímou synergii s projektem Pořízení technologie pro Centrum vozidel udržitelné mobility (OP VaVpl, 2010–2013), který vybudování laboratoří umožnil, sám o sobě by však nedostačoval pro jejich další rozvoj a udržitelnost. Navíc je třeba zohlednit důležitost úspěšné realizace CK AP JB pro další v současné době řešený projekt z programu TA ČR NCK1 (Národní centra kompetence) - NCK Josefa Božka pro pozemní dopravní prostředky" (TN 01000026; <https://starfos.tacr.cz/cs/project/TN01000026>).

Cíle projektu by se daly shrnout jako snaha o dosažení významných inovací v konstrukci vozidel a hnacích jednotek pro snížení spotřeby fosilních paliv a emisí škodlivin, maximální bezpečnosti a pohodlí, pružné přizpůsobení proměnlivým požadavkům legislativy i interakci s infrastrukturou a dalšími vozidly. V neposlední řadě projekt cílil na zlepšení konkurenceschopnosti průmyslových i

výzkumně zaměřených partnerů v rámci ČR a zároveň prohloubení spolupráce mezi komerční sférou a univerzitami.

Mobilita osobní, nákladní, sdílená, bezpečná, ekologická a k tomu alternativní pohony, autonomní systémy, či pasivní bezpečnost – to je neúplný výčet oblastí a oborů, které jsou zapojeny do dynamického vývoje systémů souvisejících s mobilitou. V rámci projektu bylo řešeno široké spektrum témat mobility, jak již bylo dříve uvedeno. Taková šíře výzkumných a vývojových úkolů vede automaticky k poměrně početnému řešitelskému týmu v zastoupení partnerů z průmyslu i výzkumných organizací/univerzit.

V případě CK AP JB se řešení zúčastnilo 13 partnerů, přičemž CVUM byl hlavním řešitelem zodpovědným za chod celého projektu:

- České vysoké učení technické v Praze / Fakulta strojní,
- Technická univerzita v Liberci / Ústav pro nanomateriály, pokročilé technologie a inovace,
- Vysoké učení technické v Brně / Fakulta strojního inženýrství,
- Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava / Fakulta strojní,
- Škoda Auto a.s.,
- Honeywell, spol. s r.o.,
- Ricardo Prague s.r.o.,
- AICTA Design Work, s.r.o.,
- MOTORPAL, a.s.,
- TATRA, a.s.,
- TÜV SÜD Czech s.r.o.,
- ČZ a.s.,
- BRANO a.s.

Výsledkem tohoto unikátního partnerství je značné množství autorsky chráněných řešení, funkčních vzorků, softwarů a prototypů zaměřených na inovace ve výše uvedených oblastech. Abychom zmínili alespoň nějaký, můžeme uvést např. unikátní systém DASY-Design Assistance System, zaměřený na propojení aktuálně dostupných softwarových nástrojů včetně parametrických návrhových nástrojů s interně generovanou databází návrhových řešení. Lze pomocí něj vytvořit třeba parametrický model hnacího ústrojí vozidla, skládající se z různých typů motorů, převodovek a elektrických strojů, včetně vzorových příkladů návrhových řešení. Současné databáze obsahují více než 300 motorů se všemi hlavními komponentami různých konceptů v parametrizované podobě a jsou automaticky rozšiřovány. Systém zachovává zkušenosti shromážděné v minulosti a podporuje holistický pohled na všechny fáze vývoje produktu, čímž výrazně zrychluje předprojektovou fázi nových pohonných jednotek.

Tyto vynikající výsledky, a to i z pohledu mezinárodního měřítka, kterých bylo řešením projektu dosaženo, zaujaly odbornou komisi při hodnocení programu CK TA ČR a řešitelský tým pod vedením prof. Ing. Jana Macka, DrSc. získal cenu Technologické agentury České republiky za nejlepší projekt aplikovaného výzkumu s vysokým přínosem pro společnost v kategorii PARTNERSTVÍ.

Oceněním práce týmu řešitelů ale nejsou jen „oficiální“ ceny a uznání. Podstatná je odezva od partnerů projektu, zejména z průmyslu, a jejich zájem v navázané spolupráci pokračovat a

prohlubovat ji na základě dobrých zkušeností z té dosavadní. A nejen to, projekt NCK Josefa Božka pro pozemní dopravní prostředky (TN 01000026), který na CK AP JB přímo navazuje, je co do šíře řešené problematiky a počtu partnerů, majících zájem podílet se na výzkumných pracích, podstatně rozsáhlejší.

Na závěr je třeba ještě zmínit jedno mimořádné ocenění práce týmu pracovníků CVUM. Fakulta strojní ČVUT v Praze obdržela v roce 2017 dar ve výši jednoho milionu amerických dolarů od Čechoameričana Thomase Morela, absolventa Fakulty strojního inženýrství (1965), studijní obor Stavební a transportní stroje, a zakladatele společnosti Gamma Technologies, Inc., jejíž softwarový produkt GT Suite dnes v daném segmentu využívá téměř 80 % automobilek. Dr. Morel ocenil zejména dlouhodobou spolupráci s prof. Ing. Janem Mackem, DrSc., tehdejším proděkanem pro vědeckou a výzkumnou činnost FS ČVUT.

VaVpI/NPU

Operační program Výzkum a vývoj pro inovace byl pro CVUM jedinečnou příležitostí k zásadní modernizaci nejen co do strojního a přístrojového vybavení, ale také k získání důstojného prostředí pro výzkum, což se jevílo jako nezbytné pro budoucnost ústavu zejména vzhledem ke stáří laboratoří a přístrojového vybavení na Julisce. Úspěšný projektový záměr Pořízení technologie pro Centrum vozidel udržitelné mobility (CZ.1.05/2.1.00/03.0125) s celkovou dotací téměř 200 mil. Kč byl realizován v letech 2010–2013, do provozu byly uvedeny laboratoře v červnu roku 2012 v nové budově VTP Roztoky. Vybavení laboratoří je primárně zaměřeno na výzkum v oboru automotive, zejména hnacích agregátů včetně elektrických a hybridních, prostředky a technologie výzkumu jejich nových řešení a optimalizaci současných koncepcí, přičemž byl důraz kladen na dobrou adaptabilitu pro budoucí rozvoj CVUM. Laboratorní technika je průběžně modernizována např. s ohledem na vývoj v automobilovém průmyslu a rychle se měnící legislativu. To je oblast VaV, kde CVUM úzce spolupracuje se společností TÜV SÜD Czech, se kterou částečně sdílí prostory ve VTP Roztoky a rovněž přístrojové vybavení. TÜV SÜD Czech je dlouhodobým partnerem, který se podílel již na budování laboratoří, nyní společně s ČVUT investuje do dalšího rozvoje pro budoucí udržitelnost. Zásadním přínosem nově vybudované VaV infrastruktury je pro CVUM možnost podílet se na špičkovém výzkumu (hlavně v oblasti pohonů automobilů) na národní i mezinárodní úrovni.

Národní centrum kompetence Josefa Božka pro pozemní dopravní prostředky

TA ČR navazuje programem NCK1 (Národní centra kompetence) na úspěch předchozího programu CK (Centra kompetence) s cílem posílit konkurenceschopnost průmyslových i výzkumně zaměřených partnerů v rámci ČR, rozšířit spolupráci mezi komerčním sektorem a univerzitami a využít synergie mezi podobnými/příbuznými obory. V rámci tohoto programu pak byl úspěšně přijat projekt „NCK Josefa Božka pro pozemní dopravní prostředky“ (TN 01000026; <https://starfos.tacr.cz/cs/project/TN01000026>), který byl zahájen na konci roku 2018 a bude ukončen na konci 2022. Konsorcium sdružuje celkem 30 partnerů z oblasti jak automobilů, tak kolejových vozidel – opět jde o průmyslové partnery, výzkumné instituce a univerzity působící v oboru pozemních dopravních prostředků. CVUM je pak opět hlavním řešitelem celého projektu. Hlavním cílem projektu je výzkum a vývoj budoucích prostředků udržitelné mobility silničními a kolejovými vozidly a jejich zapojení do dopravních systémů s ohledem na strategický rozvoj technické úrovně oborů, důležitých pro hospodářství České republiky i pro bezprostřední cíle průmyslu i zákazníků.

Vzhledem k relativně krátké době trvání projektu (2 roky s následným prodloužením o další 2 roky kvůli odkladu programu NCK2) jsou výzkumné práce zaměřeny na relativně konvenční témata, a to hlavně v oblasti pohonných hybridních řetězců a jejich řízení, podvozků kolejových vozidel, pasivní i aktivní bezpečnosti, hluku, vibrací, komfortu cestování, emisí vozidel včetně CO₂, řídicí i výkonové elektroniky, elektrických strojů.

Získané EU projekty

Příkladem mezinárodní výzkumné spolupráce jsou výzkumné programy Evropské unie, kdy se většinou jedná o spolupráci výrobců automobilů, jejich dodavatelů, R&D firem a univerzit. V rámci 8. rámcového programu (Horizon 2020) to byly např. tyto projekty:

- **GasOn** (Gas-Only internal combustion engines) – zaměřeno na vysoce přeplňované plynové spalovací motory s cílem významně snížit produkci CO₂.
- **IMPERIUM** (IMplementation of Powertrain Control for Economic and Clean Real driving emission and fuel ConsUMption) – zaměřeno na optimalizaci řízení energetických toků vozidel.
- **FutureRADAR** (Future Research, Advanced Development and Implementation Activities for Road Transport) – zaměřeno na budoucí rozvoj/vývoj v oblasti pozemní dopravy.
- **ADVICE** (ADvancing user acceptance of general purpose hybridized Vehicles by Improved Cost and Efficiency) – zaměřeno na optimální řízení hybridních pohonných řetězců.

3.4. Manažerské shrnutí

Vážení,

velmi si vážíme možnosti poskytnout návrh komplexního inovačního postupu a realizace řešení pro oblast, která je výraznou součástí aktuálního i budoucího prostředí, ve kterém se všichni pohybujeme. Věříme, že podobné inovativní přístupy mají velký smysl a těší nás, že se můžeme ucházet o jejich realizaci. Uděláme vše pro to, aby daný projekt reálně znamenal přínos nejen pro Zadavatele, ale také pro ostatní zúčastněné strany – ekosystémy měst, občany a životní prostředí obecně.

Námi nabízené řešení splňuje technické požadavky Zadavatele a zároveň jsme připraveni na otevřenou spolupráci nejen v oblasti technické, ale i procesní a legislativní tak, abychom společně z daného projektu onen přínos skutečně zajistili. To se týká jak přípravy technického řešení, tak i tvorbu metodiky a spolupráci na jeho certifikaci, návrhu legislativních změn i uvádění komplexního systému do každodenního života.

Tento projekt je sledován na úrovni nejvyššího vedení naší společnosti a jeho naplnění v případě výběru ČRa je jednou z hlavních priorit Útvaru IoT naší společnosti.

Náš dodavatelský tým je složen z profesionálů napříč agendami. Kolegové se těší na vzájemnou spolupráci jak interně v rámci dodavatelského týmu, tak i externě při proaktivním přístupu k řešení projektu a předkládání návrhů na vylepšení či hledání synergií se Zadavatelem a dalšími stranami.

Přímo ve struktuře CRA máme i kolegy, kteří se dlouhodobě věnují problematice legislativy a regulace (např. při vyjednávání s ČTÚ – Český telekomunikační úřad), jejichž kompetence a zkušenosti využijeme i při hledání vhodných postupů při proaktivním navrhování legislativních a procesních úprav.

Spolupracujeme s odborníky FS ČVUT (CVUM), kteří mají v dané problematice (spalovací motory, emise) hluboké kompetence a zkušenosti a zároveň přístup k unikátním podmínkám pro výzkum a vývoj v daném odvětví.

Součástí dodavatelského týmu jsou zároveň odborníci na oblast IT, kteří vnášejí do komplexního návrhu inovativní postupy za použití moderních nástrojů integrace, analytiky, senzorových sítí a dalších nástrojů digitalizace a AI (Artificial Intelligence – umělá inteligence).

Při návrhu řešení uvažujeme také nad jednoduchostí obsluhy zařízení, modulárnosti komponent a tudíž efektivnějšímu procesu nasazování a používání a také klademe důraz na ekologii, kdy námi navrhované řešení je energeticky vysoce efektivní.

Těšíme se na spolupráci!

V předložené nabídce uvádíme:

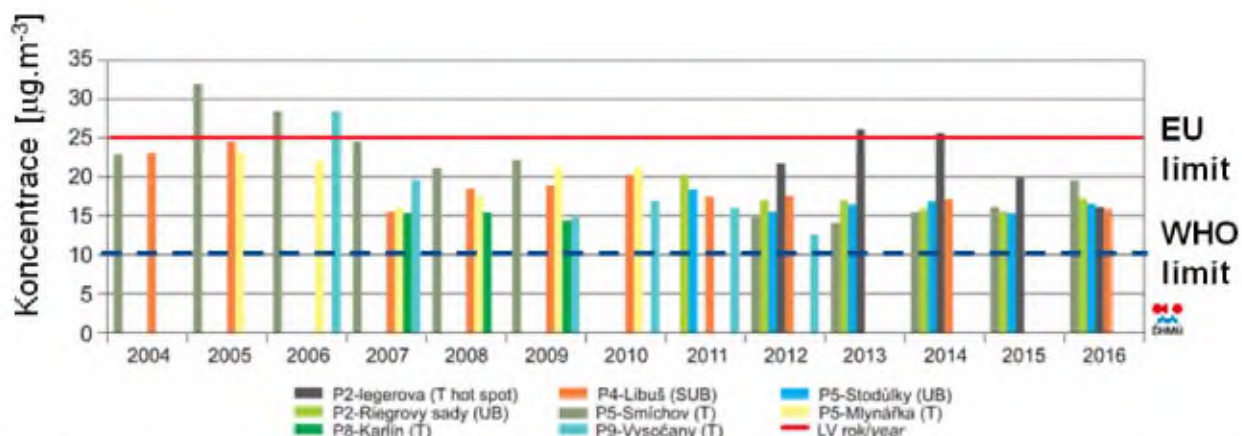
- Návrhy řešení pro všechny požadované měřicí zařízení na optickém principu kvalitativně převyšující lidský faktor při subjektivním hodnocení – stacionární, mobilní a přenosné vč. popisu, jakým způsobem naplníme technické zadání
- Softwarové řešení, přenos a ukládání dat
- Metody datové analýzy obrazového záznamu včetně vizualizace
- Komplexní datovou analýzu výstupů z měřicích zařízení a obrazového záznamu a jejich vizualizaci
- Nad rámec zadání vytvoření datových modelů pomocí prvků umělé inteligence s možnými dopady na veřejné zdraví populace, může být využitelné i pro nadstavbové projekty, např. v rámci konceptů Smart city
- Informaci o přípravě metodiky a spolupráci na certifikaci zařízení Českým metrologickým institutem
- Popis aktuální legislativy a ujištění o spolupráci na návrhu její změny v případě potřeby tak, aby dané řešení mělo maximální možný dopad na oblast zlepšení životního prostředí a bezpečnosti a ochrany zdraví obyvatelstva

3.5. Technický popis řešení detekce vozidel s nadměrnými emisemi částic

Emise plynoucí z dopravy jsou tématem diskusí na mnoha úrovních. Doprava se bezesporu podílí na znečištění ovzduší ve městech, vzniku smogu a působí zdravotní komplikace obyvatelstva měst. Na celoevropské úrovni panuje shoda na tom, že emise z dopravy je zapotřebí v budoucnu snižovat. Za tímto účelem jsou stanoveny emisní normy závazné pro nově prodávané vozy na evropském trhu. Za předpokladu, že novější vozy produkují díky technickému vývoji méně emisí, než vozy starší, by mělo docházet ke snižování emisí z individuální automobilové dopravy průběžně a to díky kontinuálnímu přirozenému omlazování vozového parku. Tento efekt je sledován legislativou platnou v rámci Evropské unie. Zatímco u nových vozidel tedy dochází k postupnému snižování množství škodlivých emisí, vozidla již prodaná a tedy provozovaná, nepodléhají tak striktním kontrolám emisního chování jako při jejich homologaci. Faktorem zůstává, že průměrné stáří osobních vozů na evropských silnicích byl v roce 2017 11,1 roku a od roku 2013 stáří neustále stoupá [1]. V České republice je trend obdobný, k roku 2017 činilo průměrné stáří vozidel registrovaných na našem území 14,6 roku [2]. Je tedy evidentní, že snižování nežádoucích složek spalín nových vozů se na celkových emisích z individuální automobilové dopravy (IAD) projevuje se zpožděním.

Klíčovým nástrojem pro kontrolu a regulaci nynějších emisí vozidel se tedy stávají pravidelné technické kontroly vozidel. V daném případě provedení kontroly emisního chování vozidla na stanici měření emisí (SME) a to za podmínek definovaných příslušnými zákony a vyhláškami. Těmito kontrolami sice není možné retrospektivně měnit konstrukční vlastnosti vozidel, nicméně jejich úkolem je zajistit dodržování homologací schváleného emisního chování. To znamená vyřazení z provozu takových vozidel, jejichž emisní systémy nefungují tak, jak byly navrženy a tím zabránění nadměrného znečištění životního prostředí.

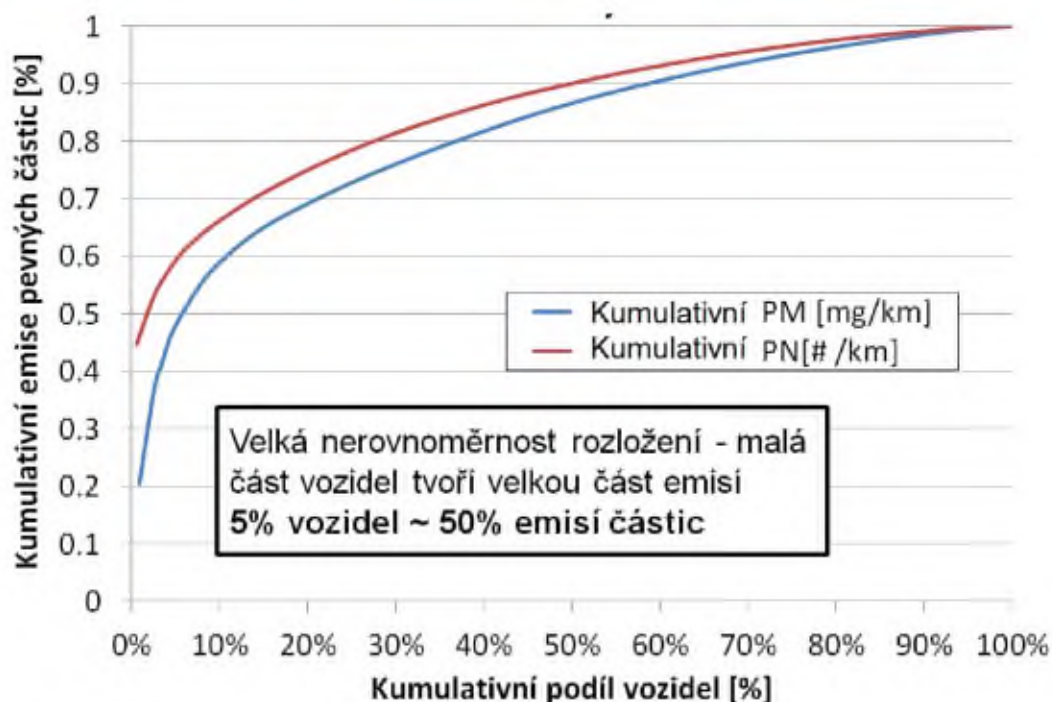
Při periodických technických kontrolách na SME je však sledováno méně parametrů popisujících technický stav vozidla s ohledem na jeho emisní chování. Příslušné emisní limity jsou určovány výrobcem vozidla, případně definovány legislativou. Tato nesrovnalost je daná vysokou časovou i přístrojovou náročností homologačních testů - při pravidelných prohlídkách v provozu jsou takto náročné testy nerealizovatelné. Nicméně zkušenost ukazuje, že v praxi dochází z různých důvodů k odchylkám skutečných emisí starších vozidel v porovnání s hodnotami předpokládanými při uvedení do provozu. Riziková je v tomto smyslu zejména nefunkčnost emisních systémů, tj. katalyzátorů a především filtrů pevných částic [3].



Obrázek 3 PM_{2.5} – Roční průměrné koncentrace, Praha 2004-2016, různá místa měření – Zdroj: ČHMÚ

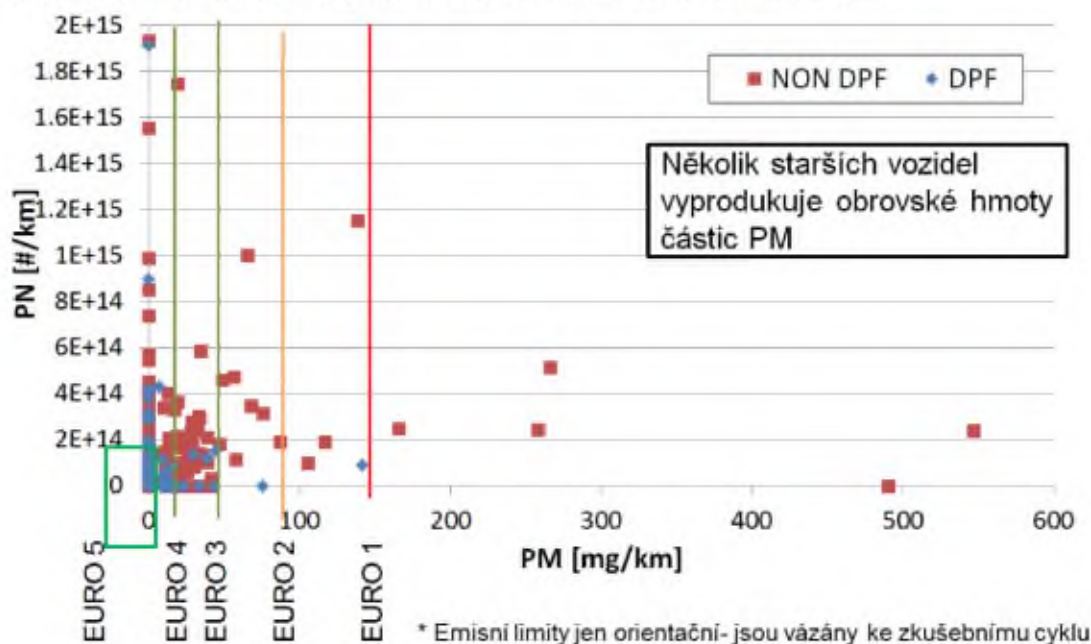
I přes to, že od roku 2011 jsou veškerá vyrobená vozidla vybavena filtrem pevných částic, průběh koncentrace nejjemnější frakce PM_{2.5} (partikulární částice o velikosti 2,5 µm) tomu neodpovídá svým trendem. Příklad je uveden na obrázku (Obrázek 3, jedná se o výsledky měření koncentrací částic PM_{2.5} na území hlavního města Prahy).

Na základě stávající úrovně poznání je možné konstatovat, že malý podíl extrémně znečišťujících vozidel je hlavní zdroj celkového znečištění pevnými částicemi pocházejícími ze spalin dopravních prostředků se spalovacími motory. Tyto závěry vyplynuly z experimentálního průzkumu prováděného vědeckými pracovníky ČVUT v Praze z Centra vozidel udržitelné mobility (viz. kapitola 3.3. Představení hlavního partnera projektu) na území hlavního města Prahy v období měsíců října a listopadu roku 2017. Hlavním cílem bylo vyhodnocení emisí dopravy v reálném provozu, určení příspěvku emisí jednotlivých vozidel a odhad technického stavu vozidla s ohledem na emisní chování – správná funkce filtru pevných částic (DPF), případně jeho poškození či odstranění. Příklad jednoho z výstupů je uveden na obrázku (Obrázek 4).



Obrázek 4 Kumulativní emise pevných částic

Z dané závislosti je patrná velká nerovnoměrnost rozložení – malá část vozidel se podílí na velké části emisí. Na obrázku (Obrázek 5) je uveden příklad vyhodnocení emisního chování vozidel plnicích různé emisní třídy tak jak bylo zjištěno v průběhu měření. Pro vyhodnocení byly použity výstupy z pěti analyzátorů spalín pro plynné i pevné látky využívajících různých fyzikálních principů jejich detekce. Vzorkovací trať pro dopravu vzorku byla umístěna v krajní části vozovky. Veškeré měřicí zařízení pak ve vozidle nepříliš vzdáleném od místa odběru vzorku.



Obrázek 5 Emise pevných částic přepočtené na ujetý 1 km

Stávající poznatky ukazují na přítomnost vozidel, které jsou zdrojem významného množství částic a to díky špatnému technickému stavu nebo neoprávněnému zásahu do řízení spalovacího motoru nebo do samotného systému pro dodatečnou likvidaci nežádoucích složek výfukových plynů.

V daném čase je tedy definovaný problémový okruh, známy okrajové podmínky, avšak neexistuje spolehlivý a jedinečný systém detekce takovýchto vozidel provozovaných na pozemních komunikacích. Dále představený koncept technologie detekce představuje unikátní modulární zařízení využívající nejmodernější způsob detekce jemných pevných částic a komunikačních technologií pro přenos získaných údajů o imisním faktoru hodnoceného vozidla, obrazových záznamů a dalších nezbytných funkcionalit.

Poznámka 1

Z mnoha běžně známých a dostupných metod použitelných pro detekci částic je v současné době při kontrole vozidel v provozu používáno měření opacity. Opacita neboli pohltivost světla, je převrácenou hodnotou průhlednosti (transparence). Základním principem je prosvícení testovacího sloupce spalin viditelným světlem a zjištění prošlého podílu světla. Není tedy zjišťována koncentrace jednotlivých spalin, nýbrž obsah pevných částic ve spalinách pohlcujících viditelné světlo. Pro opacimetr Hartridge, představující laboratorní standard, je absorpční koeficient k [m^{-1}] vypočítán podle rovnice

$$k = -1/L \ln(1-N/100)$$

kde L představuje délku optické dráhy a N představuje stupnici ukazovacího přístroje. Servisní opacimetr na rozdíl od laboratorního obsahuje elektricky vyhřívanou tyč z křemičitého skla, jež zabraňuje usazování procházejících sazí. Dostatečný průtok měřených spalin zajišťuje lopatkové dmychadlo. Světelný zdroj je většinou halogenového typu, obdobná jako ve světlometech automobilu a pomocí optického filtru je zajištěna správná citlivost přístroje. Jako detektor se používá fotodioda, jejíž signál je vyhodnocen elektronicky.

3.6. Nabízená řešení

S ohledem na zadavatelem definované požadavky a stávající stav vědeckého poznání bude pro detekci přítomnosti částic využito s velkou pravděpodobností optického principu detekce. Princip měření je založen na rozptylu laserového paprsku na částicích (vzorku částicemi kontaminovaného vzduchu přivedeného do měřicího prostoru snímače), přičemž implementované algoritmy pro vyhodnocení umožňují přesné měření hmotnostní koncentrace ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) a počtu částic/ cm^3 pro různé typy prachových a jiných částic. Pro uvedený princip měření je dosahováno detekčního rozlišení kolem hodnot $0,1 \mu\text{m}$ (100 nm) a i méně, dle okolních podmínek. Přesnější způsoby měření umožňují získat informace o velikosti částic až do řádu jednotek nanometrů avšak za cenu nutnosti použití drahých technologií s velkým množstvím nezbytného příslušenství (např. použití butanolu jako látky pro „zviditelnění“ i těch nejmenších částic). Takové způsoby měření jsou však pro uvažovaný účel zcela nevhodné a to zejména s ohledem na pořizovací cenu, požadavek na častou údržbu a předpoklad použití pouze v laboratorních podmínkách. S ohledem na stávající zkušenosti v oblasti detekce částic (jejichž původ je ve výfukových plynech spalovacích motorů různého provedení), je pro hodnocení emisního chování vozidla (např. správná funkce filtru pevných částic) plně dostatečné uvažované detekční rozlišení $0,3 \mu\text{m}$ (300 nm). Kompaktní rozměry umožňují snadné zabudování do jednotlivých uvažovaných variant. Výhodou je dlouhá životnost snímače (až 8 let při provozu 24 hodin denně) daná integrací patentované technologie udržující prach mimo citlivé části a zabraňující jeho akumulaci. Díky uvažované dopravě vzorku do samotného optického snímače není účinnost detekce ovlivněna různými světelnými podmínkami a je dána pouze fyzikálními vlastnostmi detektoru částic a provedením vzorkovací trati. Účinnost detekce tedy zůstává stejná při slunečním svitu za jasného dne i za světelných podmínek odpovídajících nočním hodinám. Srovnání změn účinnosti detekce pro různé světelné podmínky je uvedeno v tabulce [Tabulka 1]. Hlavní výhodou zvolené metody detekce je robustní průmyslové řešení samotných měřicích senzorů, jejich dlouhá životnost a snadná nepříliš nákladná výměna po skončení jejich životnosti. Hlavním rizikem v nabízených řešeních není samotný způsob detekce (měřicí systém a přenos a zpracování dat) ale okolní podmínky, při kterých se měření provádí.

Tabulka 1 Účinnost detekce pro různé světelné podmínky

Světelné podmínky – rozsah [LUX]	Změna účinnost detekce ve vztahu k parametrům přístroje [%]
10 000 – 100 000	0,001
100 – 10 000	0,001
1 - 10	0,001
0,01 -1	0,001
0,01 – 0,1	0,001

Princip detekce zůstává stejný pro všechny tři plánované varianty zařízení. Na základě, v době přípravy předkládaného technického popisu, známého stavu poznání byl sestaven návrh technického řešení jednotlivých variant měřicích zařízení. U všech zařízení se předpokládá detekce co nejmenších částic a to $\text{PM}_{0,5}$, PM_1 a $\text{PM}_{2,5}$. Citlivost záchytu částic se metodicky rozpracuje tak, aby se dosáhlo co nejvyšší citlivosti měření.

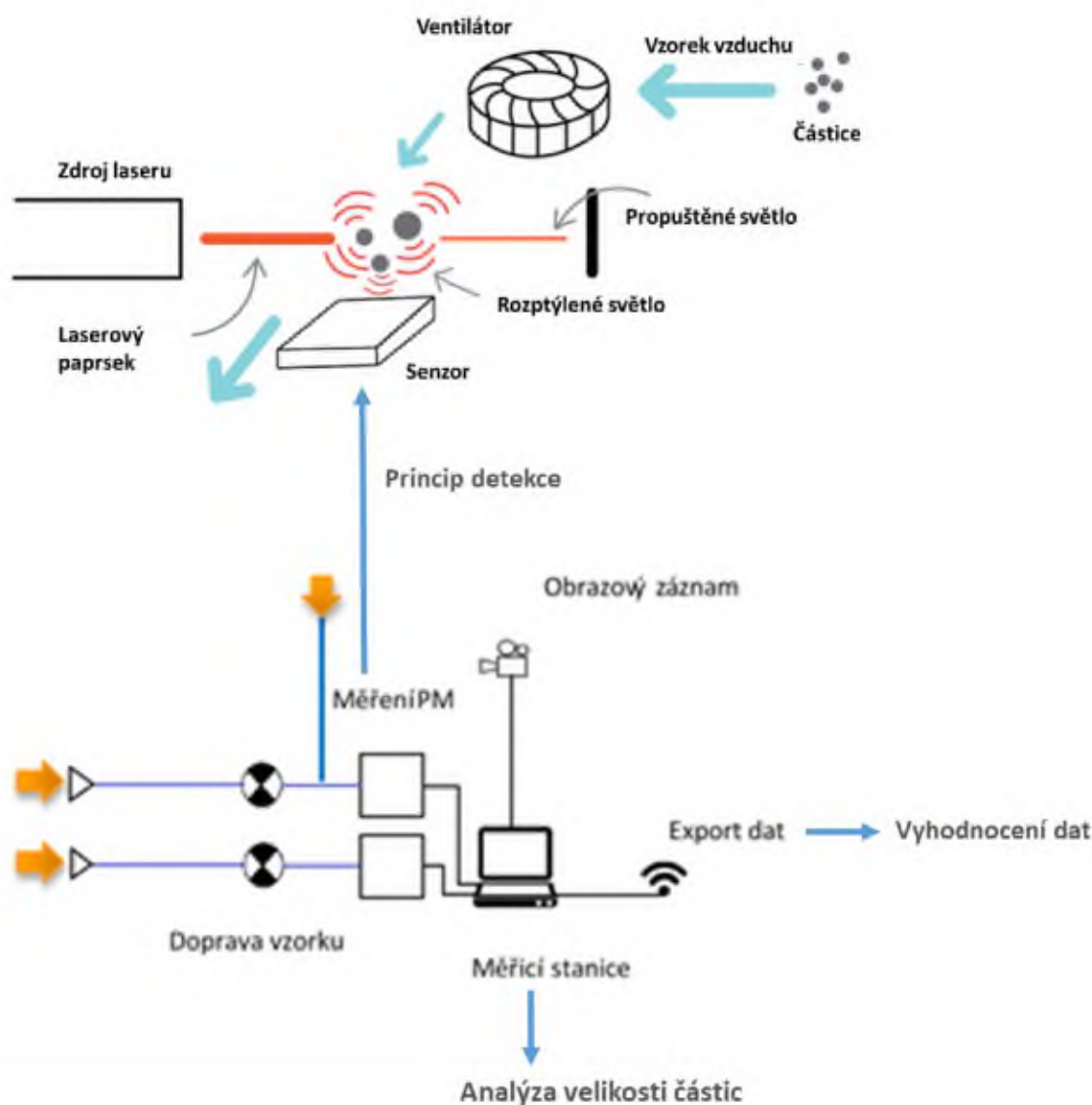
Certifikace Českým metrologickým institutem

Součástí výstupů při realizaci zakázky bude sestavení metodiky pro certifikaci všech tří plánovaných variant měřících zařízení v Českém metrologickém institutu (ČMI). Vzhledem ke zkušenostem odborných pracovníků ČRa s procesem certifikace ČMI bude vyvinuta maximální součinnost při daném procesu. Odborní pracovníci ČRa se budou maximální měrou podílet na vypracování metodiky tak, aby byla zajištěna certifikace všech zařízení a zároveň probíhala aktivní spolupráce ČRa s ČMI na zajištění daného certifikačního procesu.

Navržené způsoby detekce a jejich spolehlivost bude možné metrologicky ověřit a plně tak prokázat splnění minimálních podmínek zadavatele. Popis technického řešení jednotlivých variant je uveden v následujícím textu.

3.6.1. Stacionární měřící zařízení

Celkový systém řešení je patrný z uvedeného základního schématu (Obrázek 6) a tak bude další text zaměřen zejména na popis vlastního systému pro detekci množství částí ze vzorku imisí vytvářených při provozu vozidel. S ohledem na zvýšenou tvorbu částic ve výfukových plynech pouze v specifických režimech jízdy, zpravidla s větším zatížením spalovacího motoru (rozjezd, akcelerace, jízda vozidla ve stoupání), vždy bude pro správnou funkci zařízení nezbytný pečlivý výběr jeho umístění.

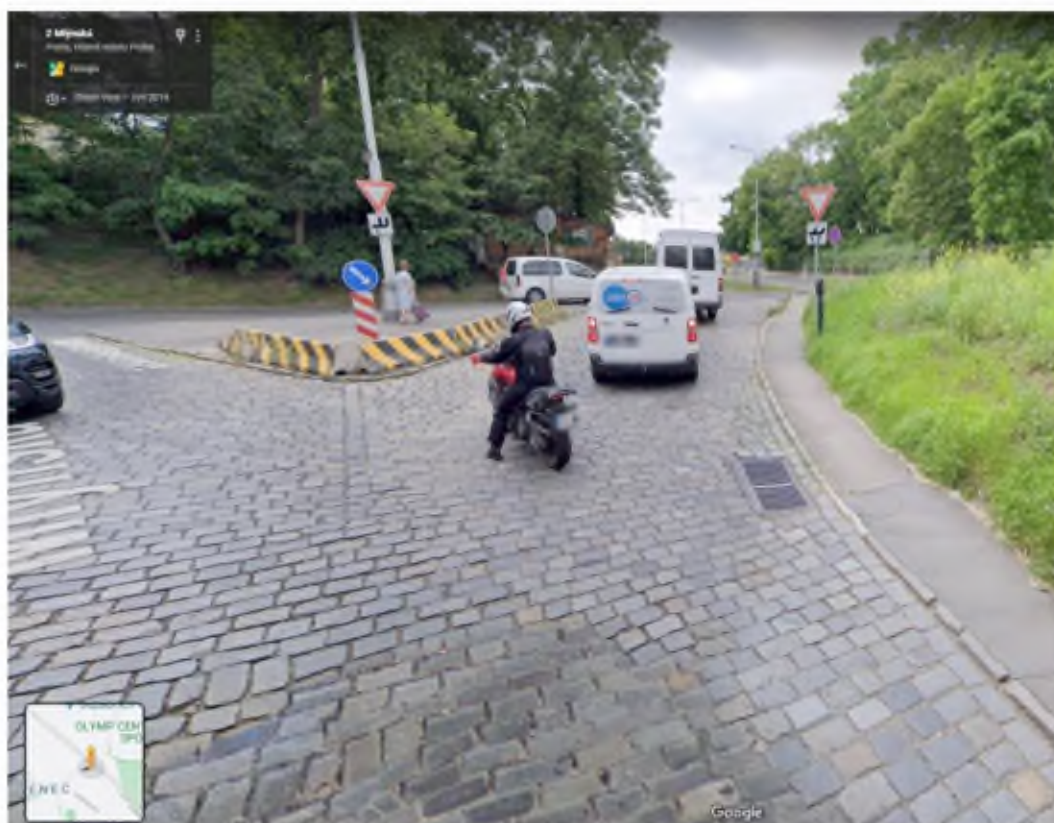


Obrázek 6 Základní princip měření částic

Přičemž prioritou by měl být neinvazivní způsob vytvoření měřicího místa a tedy využít zejména přirozených stavebně technických řešení již vybudované silniční infrastruktury. Dodatečné vytváření nepřirozených překážek (např. použití uměle umístěných retardérů) není uvažováno a to zejména s ohledem na zachování plynulosti dopravy, zajištění měření na hlavních průjezdných komunikacích (nejvyšší možný počet detekovaných vozidel) a eliminování případů ignorování zpomalovacích prvků neukázněnými řidiči, kteří opotřebení a stav svého vozidla „neřeší“ a při přejezdu takové překážky nezpomalují. V případě realizace zakázky bude řešení této okolnosti součástí řešených problémových okruhů. Na následujících obrázcích (Obrázek 7 a Obrázek 8) je provedena ukázka míst vhodných pro měření (Snímky z google map - Ulice Podbabská a Mlýnská na Praze 6 a jim podobné dopravní úseky v rámci hlavního města Praha).



Obrázek 7 Řízená křižovatka se stoupáním

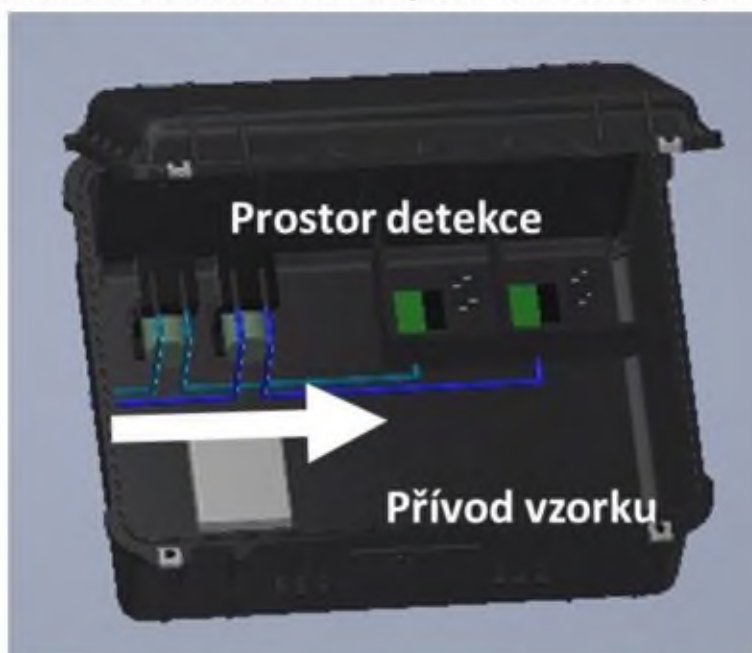


Obrázek 8 Nepřehledná křižovatka s následným rozjezdem ve stoupání

V obou případech se jedná o místa, která kombinují více faktorů pro zajištění specifických režimů běhu spalovacích motorů projíždějících vozidel (zastavení a rozjezd z nulové rychlosti, překonávání odporu stoupání, zvýšená akcelerace).

Základní částí zařízení je nejméně dvojice detektorů pracujících na optickém principu, ke kterým je přiváděn vzorek částicemi "kontaminovaného" vzduchu odebraný v definovaných měřicích místech. Rozsah uvažovaného detektoru má rozsah hmotnostní koncentrace 0 – 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, udávaná přesnost měření pro PM_{10} a $\text{PM}_{2.5}$ (0-100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) $\pm 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pro počet částic $\text{PM}_{0.5}$, PM_{10} a $\text{PM}_{2.5}$ v rozsahu 0 – 1000 $\#/ \text{cm}^3$ je přesnost $\pm 100 \#/ \text{cm}^3$. Pro napájení detektoru použito stejnosměrné napájecí napětí o hodnotě 5 V a v měřicím režimu potřebuje proud o hodnotě do 100 mA. Pro další nezbytné příslušenství (doprava vzorku, měřicí ústředna, datové uložení) je očekáván potřebný příkon cca 400 W. Při takovéto hodnotě nebude nezbytně nutné napojení na veřejný rozvod elektrické energie (např. veřejné osvětlení), ale je možný provoz z baterií s využitím solárních panelů vhodné velikosti pro zajištění jejich dobíjení s ohledem na neekologičtější a neúspornější řešení. Rozměry samotného detektoru jsou v řádu několika desítek milimetrů a tak největší prostor bude potřebný pro zabudování měřicí ústředny a potřebného příslušenství. Lze tedy očekávat integraci do 19" boxu o rozměrech přibližně 500 x 280 x 460 mm (Obrázek 9). Celková hmotnost této hlavní části zařízení by měla být kolem 20 kg. Údaje o měřených hodnotách je možné získávat vzorkovací frekvencí 1 Hz. Měřené údaje z obou odběrných míst (samostatný senzor a měřicí prostor) budou mezi sebou navzájem korelovány podle definovaného výpočetního schématu.

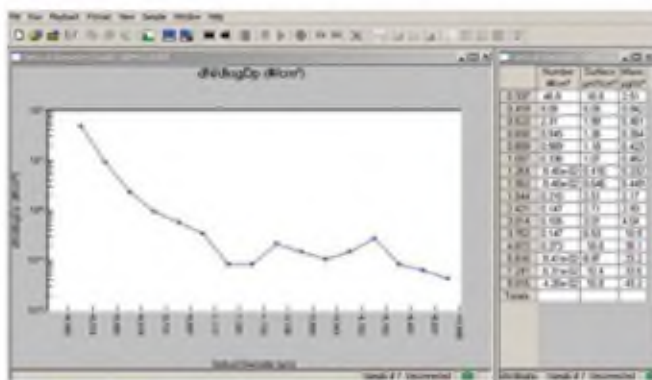
Pro zvýšení vypovídací schopnosti bude dále kontinuálně vzorkován obsah část v okolním prostředí nevystavenému přímému vlivu projíždějících vozidel. V daném případě je možné vycházet z definované výstupní charakteristiky detektorů samotných. Pro hmotnostní koncentraci $\text{PM}_{2.5}$ jsou kalibrovány k zařízením TSI DustTrak DRX 8533 a pro koncentraci částic pak dle TSI OPS 3330.



Obrázek 9 Modulární měřicí systém pro detekci částic obsažených ve vzorku vzduchu

Výše uvedený měřicí systém zároveň bude zajišťovat informace o okolních podmínkách (teplota, barometrický tlak, vlhkost) a spolupracovat ostatními periferiemi zařízení (kamera pro detekci

Možnosti vizualizace dat ze zařízení



Vozovka s neinvazivním umístěním senzorů



Obrázek 11 Ideový návrh umístění odběrné sondy ve vozovce

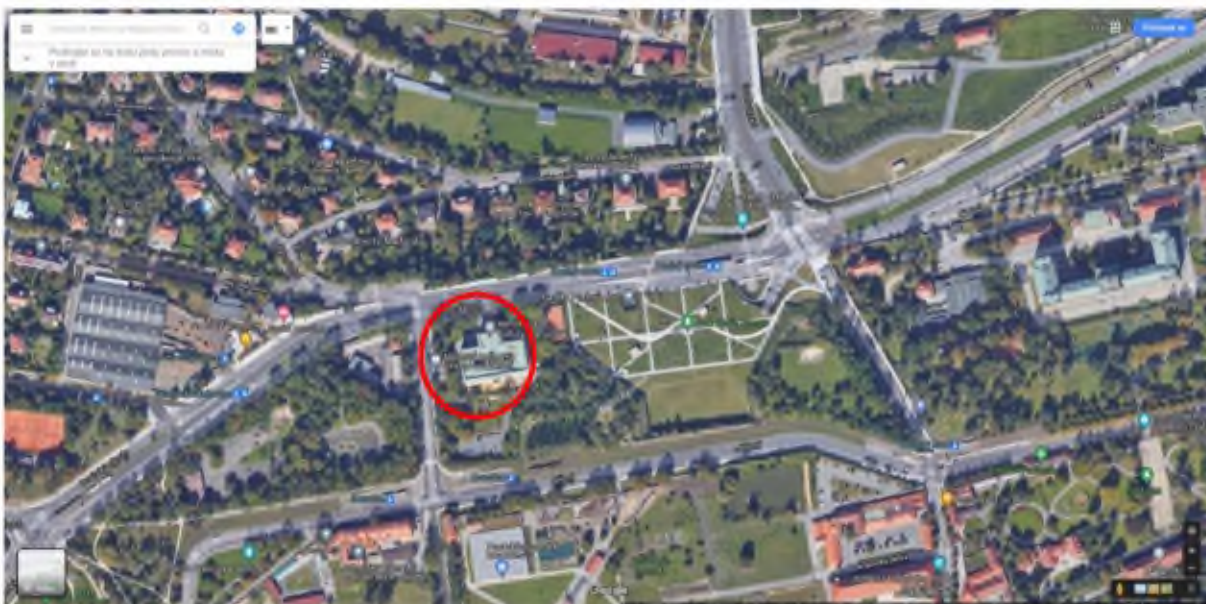
Uvažované typové lokality stacionárního měření, kde máme v plánu nainstalovat stacionární zařízení, jsou zobrazeny na obrázcích 12, 13, 14 a 15. Konkrétní umístění bude specifikováno na základě konkrétních analýz možnosti umístění a technických studií vhodnosti jednotlivých lokalit v rámci návazných etap projektu.



Obrázek 12 Lokalita: ulice K Barandovu, směr z centra, úsek do kopce k semaforům



Obrázek 13 Lokalita: křižovatka Kolbemnova a Průmyslová, směr z centra, úsek do kopce k semaforům



Obrázek 14 Lokalita: ul. Milady Horákové, směr od Letné, před semaforý lehký kopec



Obrázek 15 Lokalita: Křižovatka Průmyslová a Černokostecká, směr na dálnice D10 Liberec a D11 Hradec Králové

3.6.2. Mobilní měřicí zařízení

Vzhledem k modulární stavbě zařízení je možné předpokládat použití příslušné části obsahující detektory částic a připojení pro vzorkovací trať. Základní parametry měření tedy zůstávají stejné. Pro zajištění přehlednosti textu jsou níže v textu zopakovány.

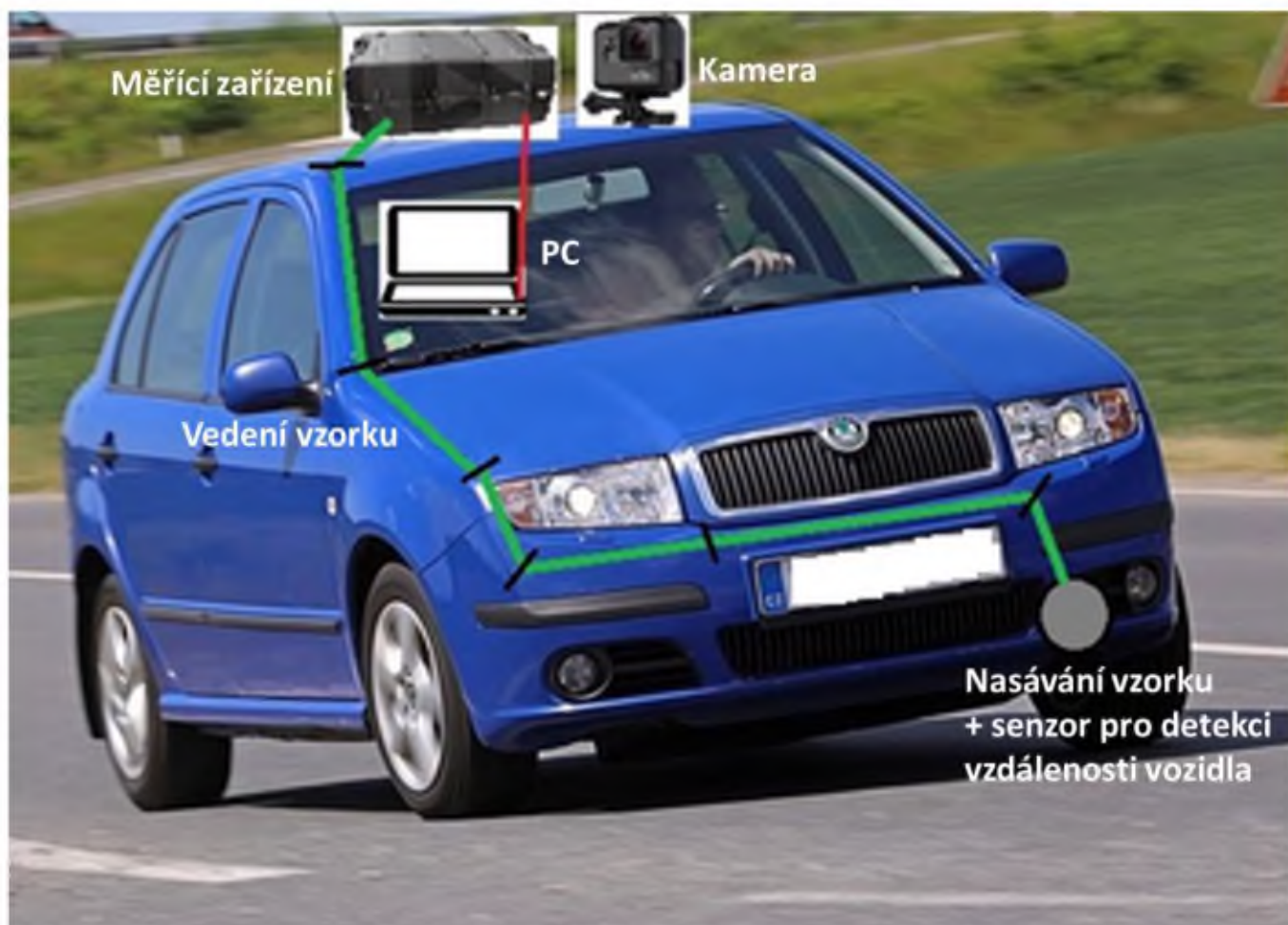
Základní částí zařízení je nejméně dvojice detektorů pracujících na optickém principu, ke kterým je přiváděn vzorek částicemi "kontaminovaného" vzduchu odebraný v definovaných měřicích místech. Rozsah uvažovaného detektoru má rozsah hmotnostní koncentrace 0 – 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, udávaná přesnost měření pro PM_{10} a $\text{PM}_{2.5}$ (0-100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) $\pm 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pro počet částic $\text{PM}_{0.5}$, PM_{10} a $\text{PM}_{2.5}$ v rozsahu 0 – 1000 $\#/\text{cm}^3$ je přesnost $\pm 100 \#/\text{cm}^3$. Pro napájení detektoru použito stejnosměrné napájecí napětí o hodnotě 5 V a v měřicím režimu potřebuje proud o hodnotě do 100 mA. Pro další nezbytné příslušenství (doprava vzorku, měřicí ústředna, datové uložení) je očekáván potřebný příkon cca 400 W. Napájení je přizpůsobeno přímo pro využití palubní 12 V sítě „měřicího“ vozidla, na kterém bude zařízení umístěno, případně je možné využití baterií o kapacitě požadované zadavatelem, 19" boxu o rozměrech přibližně 500 x 280 x 460 mm bude uzpůsoben pro bezpečné upevnění např. v zavazadlovém prostoru vozidla. Pro základní instalaci se nepředpokládá nutnost úpravy libovolného vozidla (požadován je pouze dostatečný prostor pro 19" box a upevnění vysokorychlostní kamery mimo zorné pole řidiče).

Základní princip detekce však bude pro mobilní verzi doplněn o vysokorychlostní kameru, která může zároveň sloužit k předvýběru vozidla s neodpovídajícím emisním chováním včetně získání záznamu registrační značky (RZ) vozidla. V případě on-line napojení na databázi stanici měření emisí (SME) bude možné v průběhu pohybu měřicího vozidla získat informaci, zda a jaký je u identifikovaného vozidla instalován systém pro dodatečnou likvidaci nežádoucích složek ve výfukových plynech. Celková hmotnost hlavní části zařízení by měla být zachována a tedy blízká 20 kg. Údaje o měřených hodnotách je možné získávat vzorkovací frekvencí 1 Hz. Měřené údaje z obou odběrných míst (z okolí) budou mezi sebou navzájem korelovány. V daném případě se předpokládá použití dalšího odběrného místa jako referenčního – snímání okolního prostředí. Instalaci měřicího odběrného místa bude nutné provést individuálně pro konkrétní typ vozidla a to v jeho přední části jak je patrné z obrázku (Obrázek 16).

Měřicí zařízení může být umístěno vně i uvnitř vozidla (nucený odvod vzorku analyzovaného vzduchu z vozidla). Součástí dodávky bude set obsahující potřebný montážní materiál na vozidlo (adaptér pro sondu, magnetické upínací prvky, nosič pro případ venkovní instalace, držák kamerového systému s ochranným obalem). Instalace je možná na většinu běžných vozidel. Údaje s nejvyšší vypovídací schopností budou získávány při těsné blízkosti měřeného vozidla (jízda v koloně, rozjezd vozidel apod.).

Zařízení je modulární a přenosné, je tedy možné jej přemísťovat mezi jednotlivými vozidly.

V rámci dalších etap projektu jsme připraveni na proaktivní identifikaci a oslovení vhodných partnerských organizací, které by mohly v rámci projektu poskytnout svůj vozový park.



Obrázek 16 Ideový návrh instalace měřicího systému na vozidlo

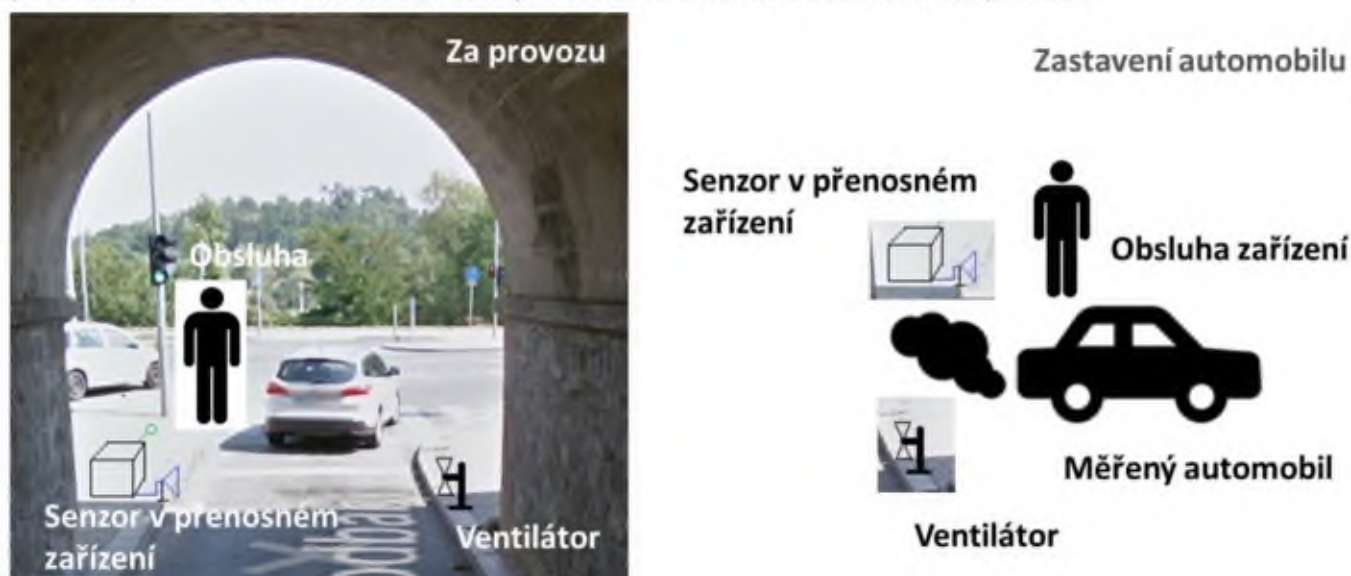
3.6.3. Přenosné měřicí zařízení

Dle požadavků zadavatele je určeno k přesnějšímu měření vzorků získaných ze stacionárních a mobilních měřicích zařízení a jeho úkolem je ověřit/zkontrolovat naměřené hodnoty konkrétního vozidla nebo monitorovaného místa. Vzhledem ke skutečnosti, že "přesnost" měření ve vztahu ke koncovému uživateli/zadavateli zakázky je v daném případě ostře závislá na místě odběru částicemi kontaminovaného vzorku vzduchu, není nutné uvažovat použití jiného fyzikálního způsobu detekce a tedy ani jiného zařízení. S ohledem na okolnosti uvedené v průvodním textu zadávací dokumentace (minimalizace nákladů) uvažuje řešitelský tým využití příslušné části měřicího systému v mobilní variantě a umístění zobrazeném na obrázku 17. Celé zařízení bude totiž vytvořeno natolik modulárně, že bude možné využít identický typ detektoru s nezbytným příslušenstvím (zobrazovací jednotka, paměťové zařízení, komunikační rozhraní a další) a samostatným napájením. V daném případě se v rozumné míře omezi náklady na další vývojové aktivity. Rozměry lze předpokládat 200 x 250 x 50 mm. Hmotnost je předpokládána do 1 kg. Tyto hodnoty se mohou lišit v závislosti na požadované kapacitě baterií pro autonomní provoz – nezávislý na externím zdroji energie. V danou chvíli byla uvažována provozní doba po dobu jedné pracovní směny, tzn. 8 hodin. Pro úplnost popisu

technických parametrů jsou dále uvedeny vybrané hodnoty. Rozsah uvažovaného detektoru má rozsah hmotnostní koncentrace 0 – 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, udávaná přesnost měření pro PM_{10} a $\text{PM}_{2.5}$ (0-100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) $\pm 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pro počet částic $\text{PM}_{0.5}$, PM_{10} a $\text{PM}_{2.5}$ v rozsahu 0 – 1000 $\#/\text{cm}^3$ je přesnost $\pm 100 \#/\text{cm}^3$. Pro napájení detektoru použito stejnosměrné napájecí napětí o hodnotě 5 V a v měřicím režimu potřebuje proud o hodnotě do 100 mA. Pro zvýšení vypovídací schopnosti je součástí dodávky externí ventilátor pro dopravu vzorku do senzoru. Instalace je velice rychlá a nevyžaduje žádné speciální činnosti. K dispozici je i zakrytování pro umožnění provozu za nepříznivých podmínek.

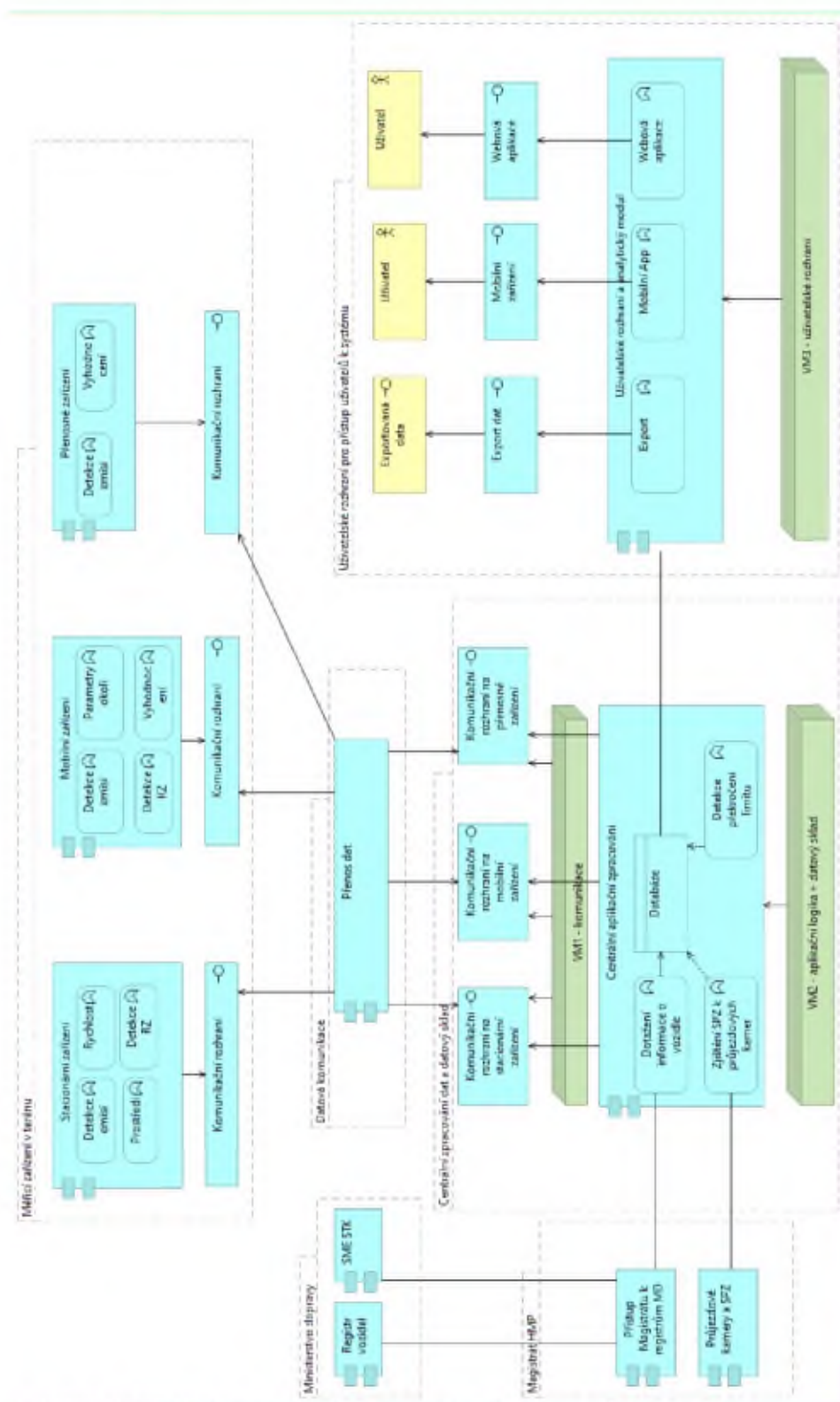
Toto zařízení bude možné používat při obsluhované individuální kontrole jak v interiéru tak exteriéru a zároveň je možné jej využít jako autonomní jednotku instalovanou v bezobslužném režimu na předem vytipovaných místech pro krátkodobé měření (Obrázek 17). Tak bude zajištěna maximální efektivita, protože tato verze zařízení bude sloužit jak pro odborné pracovníky při osobní kontrole, tak jako řešení pro řidiči nepředvídatelné umístování měřicích sad, čímž se eliminuje případná snaha o vyhnutí se již známým místům měření.

V rámci dalších etap projektu budeme definovat možná vhodná pracoviště pro obsluhovanou kontrolu a zároveň budeme proaktivně hledat vhodná místa a možnosti konkrétního usazení pro potenciální umístování těchto zařízení pro variantu externího autonomního provozu.



Obrázek 17 Přenosné měřicí zařízení a jeho instalace na vybrané místo

3.7. Základní schéma řešení systému pro detekci pevných částic



Obrázek 18 Aplikační architektura systému pro detekci pevných částic

3.8. Popis jednotlivých komponent systému pro detekci pevných částic

3.8.1. Stacionární měřicí zařízení

Je umístěno pevně na vhodném místě, je plně autonomní, sbírá průběžně data. Data ukládá a odesílá (buď on-line nebo dávkově off-line) do Centrálního zpracování a datového skladu.

Obsahuje následující části:

- Vlastní měření množství pevných částic
- Měření okolních environmentálních dat (teplota, vítr, světelné podmínky a případně další)
- Detekce registrační značky (RZ) měřeného vozidla
- Měření rychlosti a zrychlení měřeného vozidla

Zařízení sbírá data všech projíždějících vozidel v měřené oblasti (jízdním pruhu), nevyhodnocuje, zda vozidlo překračuje svoje emisní limity, data odesílá k dalšímu zpracování a vyhodnocování do Centrálního zpracování a datového skladu. Zařízení není primárně určeno pro práci s lidskou obsluhou a primárně je autonomní. Naměřené hodnoty ze zařízení se budou předávat do centrální aplikace, hlavně pro účely statistického vyhodnocení a tvorbu reportů.

3.8.2. Mobilní měřicí zařízení

Je určeno pro umístění ve vozidle. Slouží k měření množství částic jiného vozidla za jízdy. Současně vyhodnocuje a určuje, zda měřené vozidlo překračuje limit stanovený jeho technickou specifikací. K tomu získává on-line technická data o vozidle (na základě RZ). Mobilní měřicí zařízení je tedy schopno okamžitě vyhodnotit, zda měřené vozidlo překračuje emisní limity pevných částic a umožní okamžité konání Policie vůči řidiči takového vozidla.

Toto zařízení je určeno pro práci s lidskou obsluhou. Naměřené hodnoty ze zařízení se budou předávat do centrální aplikace, hlavně pro účely statistického vyhodnocení a tvorbu reportů.

3.8.3. Přenosné měřicí zařízení

Je určeno k přesnějšímu proměření dat získaných ze stacionárních a mobilních měřicích zařízení a jeho úkolem je ověřit/zkontrolovat naměřené hodnoty konkrétního vozidla nebo monitorovaného místa. Zařízení je plně autonomní, naměřené hodnoty z něj se budou předávat do centrální aplikace, hlavně pro účely statistického vyhodnocení a tvorbu reportů.

Toto zařízení je určeno pro práci s lidskou obsluhou, ale může krátkodobě fungovat i jako autonomní měřicí bod pro nasazení v různých lokalitách v rámci eliminace případného předjímání měřicích bodů ze strany řidičů.

3.8.4. Datový přenos

Komunikace mezi stacionárními, mobilními a přenosnými měřicími zařízeními a centrální aplikační částí bude probíhat prostřednictvím mobilní datové sítě prostřednictvím služeb 2G/3G/4G/5G. Objem přenášených dat není velký, jedná se o maximálně 30 naměřených parametrů, kdy v případě stacionárních zařízení uvažujeme periodu získávání dat 1 sekundu, u mobilních zařízení bude

četnost menší – jedno nebo několik měření jednoho vozidla. Přenosová cesta bude zabezpečena pomocí protokolu SSL nebo TLS.

Vlastní komunikace mezi detektory a datovým skladem bude probíhat prostřednictvím webových služeb SOAP/REST. Konkrétní specifikace bude upřesněna v rámci analýzy. V tuto chvíli se předpokládá využití RESTových webových služeb, a to zejména pro jejich rychlou komunikaci nenáročnou na objem dat.

Komunikace s datovým skladem může probíhat buď online, tj. průběžně se do skladu budou dostávat aktuální informace. V případě nutnosti (nemožnost zajistit trvalé on-line připojení) budou data zasílána dávkově.

Zasílaná data ve formátu JSON mohou vypadat následovně (poznámka – převzato z jiného projektu řešícím sběr informací znečištění):

```
[
  {
    "datumMereni": "2021-09-02T23:04:55.195",
    "so2": 0,
    "no2": 0.15,
    "o3": 0,
    "co": 0.39,
    "pm25": 9,
    "pm10": 10,
    "cm3": 25
  },
  {
    "datumMereni": "2021-09-02T23:10:10.595",
    "so2": 0,
    "no2": 0.16,
    "o3": 0,
    "co": 0.44,
    "pm25": 8,
    "pm10": 9,
    "cm3": 25
  },
  {
    "datumMereni": "2021-09-02T23:15:25.992",
    "so2": 0,
    "no2": 0.17,
    "o3": 0,
    "co": 0.43,
    "pm25": 7,
    "pm10": 8,
    "cm3": 21
  }
]
```

3.8.5. Centrální zpracování a datový sklad

Je jádrem celého systému a slouží k:

- Zajištění komunikace s jednotlivými zařízeními (stacionárními, mobilními i přenosnými)
- Komunikaci s externími registry - registr vozidel, případně data ze SME STK o měření emisí)
- Ukládání naměřených dat pro účely pozdějšího vyhodnocování (identifikace vozidel překračující limity, statistické vyhodnocování, tvorba reportů)
- Vyhodnocování, zda naměřená data jsou relevantní a použitelná (např. data byla naměřena v odpovídajících klimatických podmínkách, měřené auto se nacházelo ve vhodném jízdním režimu apod.)

- Jako zdroj dat pro uživatelské rozhraní, které slouží k tvorbě výstupů, reportů (analýz) a jednoduchému náhledu na naměřená data

3.8.6. Uživatelské rozhraní

Uživatelské rozhraní slouží ke komunikaci pracovníka se systémem, a to hlavně v případech:

- Administrace, nastavení systému
- Zobrazení aktuálních informací z měřicích zařízení
- Zobrazení statistik a přehledů
- Exporty dat do dalších systémů

3.9. Fyzická architektura

Technicky je možné provoz centrální aplikační části zajistit jak v datovém centru ČRa (formou cloudových služeb – IaaS), tak i přímo na infrastruktuře Zadavatele. Variantu provozu na vyčleněném samostatném HW nedoporučujeme – v tom případě by se musela budovat celá infrastruktura kolem něho, zajistit jeho redundanci pro potřeby vysoké dostupnosti. Trendem současné doby je centrální správa technických zařízení, a to ať už formou budování datového centra (např. nedávno vybudované datové centrum Magistrátu DC5 v Praze na Chodovci), nebo využití cloudové platformy externího provozovatele.

Jako úložiště dat bude sloužit databáze PostgreSQL, která výkonově i funkčně postačuje pro dané řešení. Pro aplikační část bude využito programovacího jazyka .NET Core.

Základní rozdíly mezi provozem v na infrastruktuře Magistrátu nebo v cloudu

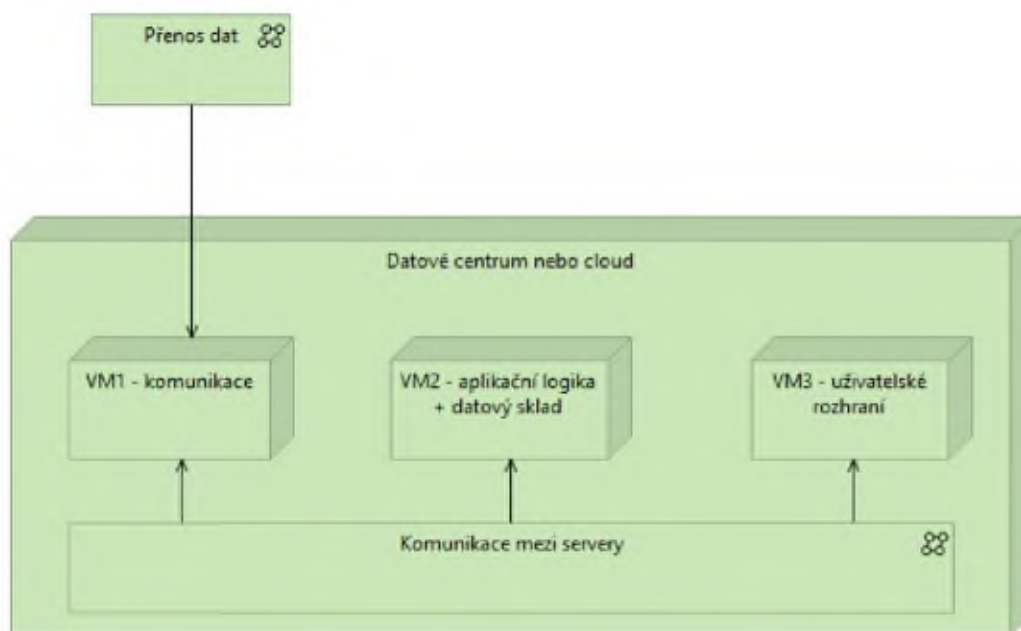
Provoz na infrastruktuře Magistrátu

- Plně pod kontrolou Magistrátu včetně případné změny výkonových parametrů
- Cenové náklady spojené s umožněním počáteční investice (vybudování datového centra), provozem a správou datového centra
- Nutnost zajištění dostatečné konektivity do veřejného internetu (měřicí zařízení budou posílat data prostřednictvím veřejné datové sítě)

Provoz v cloudu

- Plně spravuje poskytovatel cloudových služeb
- Fixní měsíční náklady na poskytnutí služeb
- Zajištění vysoké bezpečnosti a dostupnosti na high-level úrovni
- Předkladatel nabídky počítá s využitím cloudového prostředí v rámci projektu, tedy po dobu 18 měsíců. Po této době může dojít k migraci na infrastrukturu Magistrátu nebo uzavření smluvního vztahu na poskytování cloudové služby s měsíčním nákladem 11.000 Kč bez DPH.

V návaznosti na aplikační architekturu (kap. 3.7 - Základní schéma řešení systému pro detekci pevných částic) zde uvádíme fyzickou architekturu provozovanou jak v datovém centru, tak v cloudu.



Obrázek 19 Technická architektura systému pro detekci pevných částic

Z důvodu větší bezpečnosti České Radiokomunikace (ČRa) nabízí možnost využití cloudové infrastruktury pro vývoj a testování mimo infrastrukturu Hlavního města Prahy. Další výhodou tohoto řešení je vysoká flexibilita. ČRa je poskytovatel služeb s kritickou infrastrukturou a garantovaným SLA 99,99%. Business Cloud je moderní a bezpečný způsob řešení firemní IT infrastruktury. Umožňuje využívat neomezené množství výpočetního výkonu při zajištění vysoké dostupnosti a bezpečnosti firemních dat bez nutnosti investic do vlastního hardware. Business Cloud je služba typu IaaS (Infrastructure as a Service), vytvořenou skrze virtualizaci společnosti VMware. K dispozici je virtualizace na nejnovější platformě VMware vSphere 6.7, která umožňuje mimo jiné vytváření oddělených virtuálních datových center. Garantovaná dostupnost služby je až 99,99 %.

Dále platforma Business Cloud je vybavena rozsáhlým a spolehlivým zálohováním na několika úrovních. Při zálohování využíváme georedundance prostředí, díky čemuž nikdy nedržíme data a jejich zálohy ve stejných lokalitách. Umístění cloudové infrastruktury je ve 3 nezávislých datových centrech. Primární je DC TOWER, který je v souladu s TIER III dle UPTIME INSTITUTE. Jako dlouholetý poskytovatel infrastrukturních služeb disponujeme rozsáhlou infrastrukturou páteřní sítě a technologických prostor včetně připojení 2x100Gbit do peeringového uzlu NIX, který je ve stejném datovém centru jako cloudová infrastruktura.

Přechodem do cloudového prostředí již zákazník nemusí řešit bezpečnost infrastruktury jak na úrovni fyzických serverů, tak virtualizace. Pro zajištění bezpečnosti je cloudové prostředí doplněno o služby kybernetické bezpečnosti, a to zejména next-generation firewall.

Součástí je stavový firewall oddělující perimetr vnitřní sítě a síť Internet, navíc nabízí možnost šifrované SSL VPN pro uživatele a nastavení port-forwardingu provozu.

Pro zajištění dohledu nad poskytovanými službami je integrováno množství dohledových nástrojů a mechanik a provozujeme k tomu určené dohledové centrum.

Pro zákazníky jsme 24x7 připraveni přijmout servisní požadavek, a to skrze telefon, email a webovou službu ticketingu. Dále naše technická podpora ve stejném režimu poskytuje podporu při řešení nenadálých incidentů. Ty jsou evidovány a společně se zákazníkem kategorizovány. Podle rychlosti řešení a kategorie následně vstupují do úrovně plnění kvality služby (SLA).

3.10. Procesy měření a zpracování

3.10.1. Stacionární měřicí zařízení

Toto měřicí zařízení průběžně (bez potřeby obsluhy) měří parametry sledované části. Perioda měření je 1Hz (bez ohledu na to, zda právě projíždí auto či nikoliv). Současně s tím měří i parametry okolního prostředí (teplota, vítr, světelné podmínky). V případě průjezdu auta detekuje registrační značku (RZ) a změří jeho rychlost a zrychlení.

Všechna tato data odesílá (podle možností, které vzejdou z vlastní analýzy – buď on-line nebo dávkově off-line) do centrální aplikace, která takto získaná data vyhodnotí:

- Ověří, že byla pořízena za podmínek, za kterých mají vypovídající hodnotu
- Podle RZ zjistí (dotazem v registrech Ministerstva dopravy) technické parametry vozidla a jeho parametry z pohledu emisí (EURO norma, vybavení DFO)
- Rozhodne, zda vozidlo překračuje emisní limity, pokud ano, dohledá v registru vozidel k němu majitele/provozovatele
- Zjištěné informace jsou vhodně reportovány v uživatelském rozhraní

3.10.2. Mobilní měřicí zařízení

Toto zařízení je umístěno ve vozidle a slouží k okamžitému zjištění, zda právě měřené vozidlo překračuje emisní limity pevných částic.

Zařízení je autonomní, sejme RZ vozidla, pomocí on-line dotazu zjistí technické parametry sledovaného vozidla. Na základě toho rozhodne, zda má vůbec cenu měřit emisní parametry sledovaného vozidla (pokud není vozidlo továrně vybaveno DFO, tak by měření postrádalo smysl – nicméně i to je třeba projednat v rámci analýzy, jestli i v tomto případě např. pro statistické potřeby není požadováno emise pevných částic změřit).

Na základě zjištěných dat zařízení vyhodnotí, zda sledované auto vyhovuje emisním limitům a pokud ne, přímo tuto informaci zobrazí a umožní obsluze z řad Policie okamžitě konat – zastavit dané vozidlo, na místě provést fyzickou kontrolu nebo kontrolní měření a na základě výsledku např.

odebrat OTP nebo poslat na STK. Toto je základní popis příkladu procesu, které budou ze strany ČRa proaktivně navrhovány v rámci dalších etap projektu.

3.10.3. Přenosné mobilní zařízení

Je určeno k ověření/kontrolě výše emisí pevných částic kontrolovaného vozidla a umožní jednoznačně určit, zda konkrétní měřené vozidlo vyhovuje nebo nevyhovuje emisním limitům odpovídajícím jeho technické způsobilosti. Je určeno pro pracovníky (např. strážníky Policie) přímo v terénu, kteří na základě informací ze stacionárního nebo mobilního zařízení zastaví identifikované vozidlo a přímo na něm provedou kontrolní měření.

Zároveň může toto zařízení krátkodobě fungovat i jako autonomní měřicí bod pro nasazení v různých lokalitách v rámci eliminace případného předjímaní měřících bodů ze strany řidičů.

3.11. Vyhodnocení a prezentace dat

Všechna naměřená data budou ukládána do centrálního datového skladu, který slouží jako zdroj dat pro analytický modul a uživatelé je budou moci statisticky vyhodnocovat. Příklady možných analýz:

- Četnost a časové rozložení pohybu vozidel s nadměrnou emisí pevných částic v daném místě
- Mapování míst s velkou mírou znečištění emisemi pevných částic
- Počty identifikovaných vozidel, které z pohledu emise pevných částic nevyhovují svým technickým parametrům
- Seznamy konkrétních RZ, případně i majitelů/provozovatelů aut, u nichž bylo identifikováno překročení emisních limitů – v tomto případě je to spíše otázka legislativy, jak s takovým seznamem pracovat.

3.12. Datová analýza pomocí neuronových sítí a 3D modely dat

Nad rámec řešení, popsaného v předešlých kapitolách, bude realizován systém datové analýzy a 3D modelace dat. Přidanou hodnotou je zejména možnosti využití dynamické modelace nad daty pro vyšší efektivitu projektu a také např. na tvorbu argumentace směrem k požadavkům na procesní a legislativní úpravy. Bude také navíc možné využít data a datové modely vzniklé po dobu trvání projektu i v rámci případných návazných konceptů Zadavatele, například tzv. Chytrého města (Smart city). Pro analýzu obrazu z kamer jak v reálném čase, tak ze záznamu je možné využít i datovou analýzu za pomoci kombinace technologie na bázi neuronových sítí a našeho dlouholetého „know how“. V rámci kamerového systému umíme sledovat a vyhodnocovat emisní situaci v reálném dopravním provozu a to jak staticky tak dynamicky. Námi nabízený systém umožňuje maximální zabezpečení a ochranu sledovaných dat. Veškerá analýza emisních dat může probíhat na speciálních serverech umístěných u klienta, kdy se data nikam neodesílají. Příslušný server nemusí být součástí infrastruktury klienta, je umístěn nezávisle.

Jak to bude probíhat?

- „kouřivost“ mapována vysokorychlostní RGB-D kamery použitelné ve dne i v noci,
- analýza obrazu bude provedena v reálném čase přímo z videostreamu bez nutnosti uložení celého videa - software vybere požadované úseky videa,
- na analýzu videozáznamu bude nasazen komerční produkt CertiConVis od firmy CertiCon = pomocí neuronových sítí,
- neuronová síť se musí „trénovat“ tak, aby se získala přesná, spolehlivá a rychlá identifikace vozidla bez filtru pevných částic,
- nutné budovat rozsáhlé knihovny anotovaných záznamů (stovky tisíc záznamů – naplnění cíle cca 90% spolehlivost identifikace),
- knihovna musí být vztažena vždy na konkrétní měřený a sledovaný úsek = je unikátní z hlediska homogenity záznamů „kouřivosti“ a chování řidičů i vozidel = nelze míchat jednotlivé úseky do jedné knihovny.

Zpracování dat a vytvoření prezentačního 3D modelu

Jako finální formát bude vytvořen 3D model všech vybraných a monitorovaných stanovišť, kde bude probíhat stacionární, mobilní i přenosné měření. Do 3D modelu digitálního dvojčete budou promítnuta data ze senzorů a kamerového systému v reálném čase, kde koncovým zařízením může být desktop, tablet nebo zařízení dohledového centra. V našem konkrétním případě se nebude jednat o webovou aplikaci, ale o vizualizační systém, kde je aplikace instalovaná přímo na počítač. Je to z důvodu efektivního zobrazování detailních 3D modelů, což webové aplikace často nezvládají.

Jak bude vznikat finální podoba prezentační 3D vrstvy

Pro tvorbu 3D modelů vybraných lokalit budou využita měření s nasazením LiDARových (Light Detection And Ranging) skenerů, ať již v terestriálním provedení, tak i nesené na dronech. LiDARy jsou laserové dálkoměry, které umožňují tvorbu modelů s využitím laserových paprsků vysílaných skenerem a měření jejich odrazů a doby letu paprsků od objektů v okolí. Skenery v sobě kombinují další senzory, např. inerciální měřicí jednotky (IMU), nebo přijímače Globálního družicového polohového systému (GNSS). Výstupem měření jsou tzv. mračna bodů, což jsou údaje o zaznamenaných polohách překážek v okolí skeneru. V případě využití skenerů nesených na bezpilotních prostředcích je třeba pro zvýšení přesnosti modelu zrekonstruovat trajektorii dronu v průběhu měření. Moderní skenery umožňují měřit intenzitu odraženého světla, případně využít i vícenásobných odrazů paprsků. Mezi výhody měření s využitím LiDARu patří rychlost měření ve srovnání s klasickými ručními metodami a vysoká přesnost získaných modelů. Modely je možné doplnit o textury získané z fotografií scény. Alternativní možností ke snímání technologií LiDAR je využití fotogrammetrie, která je postavena na zpracování velkého množství fotografií dané oblasti. Výstupem fotogrammetrie je opět mračno bodů, v tomto případě přímo i s texturou. V našem případě půjde o kombinaci LiDARu a fotogrammetrie.

Jak budeme postupovat při softwarovém zpracování tzv. mračen bodů z LIDARu a fotogrammetrie do podoby 3D modelu?

Fyzické prostředí a dopravní infrastruktura budou modelovány jako polygonové sítě (reprezentované trojúhelníky). Software bude umožňovat jejich import ze zdrojových souborů, efektivní reprezentaci v podobě datových struktur a 3D vizualizaci. Podrobné modely prostředí jsou nezbytnou podmínkou pro efektivní modelování aktuálního stavu a predikci vývoje. Pro tvorbu 3D modelů v globálním měřítku bude využito veřejně dostupných dat a metadat (např. systému Open Street Maps, výškového reliéfu Země, vektorových dat poskytovaných příslušnými státními orgány institucí, atd.) pro automatické generování takových modelů. Tento přístup nabízí konzistentní přesnost na velkém množství lokací, přičemž scéna může být vygenerována tak aby zahrnovala jen ty nejdůležitější prvky. Tento model bude ve vybraných lokalitách doplněn o podrobná data s využitím metod dálkového průzkumu země. Oblasti zájmu budou pro tyto účely nasnímány s využitím kamer a LiDARu. Výsledná data budou zpracována s využitím metod pro zpracování mračen bodů z LiDARu a fotogrammetrických metod a budou vytvořeny detailní 3D modely konkrétních oblastí. Výstupem budou mračno bodů (point cloud) a textura povrchu. Mračno bodů bude dále transformováno do podoby polygonální sítě složené z trojúhelníků. Takto vytvořené modely budou mít vyšší přesnost ve srovnání s modely generovanými z externích datových zdrojů, zároveň budou odpovídat aktuálnímu stavu dané lokality, včetně např. stavu vegetace, což není u nepravidelně aktualizovaných externích datových zdrojů často možné zaručit.

Výsledný prezentační produkt pro uživatele ve formě 3D modelu s datovými vstupy v reálném čase přímo z pozorovaných dopravních lokalit. Tomuto modelu se říká tzv. rozšířená realita, která bude také plně dostupná v periferních zařízeních typu tablet nebo zařízeních dohledového centra.

Jak budou definovány datové vstupy?

Do našeho datového modelu k analýze přicházejí informace ze stacionárních a mobilních senzorů, kdy navíc v rámci stacionárního měření uvažujeme o rozšíření spektra měřených koncentrací látek (CO , CO_2 , O_3 , NO_2 , SO_2) a částic ($\text{PM}_{2.5}$) a dále z výstupů strojové analýzy kamerového záznamu pomocí neuronových sítí (prvků umělé inteligence - AI) ať už jsou to kamerové systémy stacionární nebo mobilní umístěné na dopravních prostředcích. U kamerové analýzy půjde o vyhodnocení záznamu výfukových plynů s tím, že lze identifikovat i stavy které lidské oko není schopno opticky zachytit i u zdánlivě prakticky nulového výskytu tzv. „kouřivosti“ u ústí výfuku.

Důvodem měření širšího spektra chemických látek je reálná možnost vzniku takové situace, kdy při vyšších koncentracích některých látek z výfukových plynů může docházet k jejich přichycení na prachové částice ve formě aerosolů čímž by výrazně zvyšovaly zdravotní rizika takovýchto prachových částic v okolním prostředí. Data mohou být konzultována s odborníky ze Státního zdravotního ústavu.

V rámci projektu budou měřena data umožňující aktuální analýzu stavu koncentrace částic $\text{PM}_{2.5}$ a PM_{10} a predikci vývoje situace v závislosti na řadě faktorů, zejména pak:

- intenzitě provozu,

- podílu vozidel do 3,5 t a nad 3,5 t,
- klimatických podmínkách,
- intenzitě a stavu dopravy v širším okolí Prahy.

S využitím metod strojového učení a prediktivní analýzy budou sledovány zejména četnosti záchyťů nepovolených aut bez filtru pevných částic (výskyty událostí klasifikované jako skutečně pozitivní – true positive) a podíl oprávněného záchyťu vozidel s kouřicím výfukem oproti neoprávněně zachycených s kouřicím výfukem vs. oprávněně zachycených bez vizuální identifikace pomocí kouřícího výfuku.

Ve spolupráci s Centrem umělé inteligence (AI) při Fakultě elektrotechnické ČVUT v Praze navrhne systém a metodiku pro tvorbu datového modelu aktuálního stavu, doporučení jaká všechna další externí data by bylo užitečné integrovat pro přesnější modelování a návrh prediktivního modelu vývoje za pomoci prvků AI.

České radiokomunikace ve spolupráci se svými technologickými partnery zajistí následující činnosti v oblasti prezentace dat, analýzy dat a další podpory v oblasti prediktivních modelů

- vyhodnocování obrazových dat s použitím neuronových sítí a komerčního produktu CertiConVis od firmy CertiCon,
- terestriální skenování LiDARem a analýzu mračen bodů do podoby 3D dynamického modelu a promítnutí do mapových podkladů,
- převedení vybraných lokalit pro stacionární měření (případně pro nasazování krátkodobých měření přenosným zařízením) do vizuální formy dynamického 3D modelu pomocí stacionárního LiDARu, aby projekce a modelování probíhaly v 3D modelu a byly optimálně nastaveny všechny vstupní parametry, včetně jejich uspořádání.
- fotogrammetrii, doplňkové skenování dronem vybraných lokalit měření pro detailnější 3D modelování vlivů automobilové dopravy s důrazem na koncentrace a rozptyl prachových částic,
- rozšířenou realitu a tvorbu vizualizačního systému se sadou analytických nástrojů promítnutých dynamicky do 3D modelu v reálném case,
- zároveň promítnutí naměřených veličin koncentrace prachových částic z mobilního záchyťu vozidel přímo do streamu kamery, což bude použito pro anotaci kamerového záznamu v rámci učení neuronové sítě,
- tvorbu datového modelu aktuálního stavu a prediktivního modelu vývoje za pomoci prvků umělé inteligence a metodologii tréninku neuronových sítí.

3.13. Komplexní vizualizační a reportní platforma

Bude sloužit pro vizualizaci dat, export dat a tvorbu reportů pro uživatele formou aplikace vhodné pro všechny běžně dostupné operační systémy notebooků, tabletů a chytrých mobilních telefonů. Aplikace bude umět prostřednictvím rozhraní získávat a zpracovávat data z jednotlivých detekčních zařízení (stacionární, mobilní a přenosné). V aplikaci bude možné doplnění dalších informací o měřeném vozidle minimálně v rozsahu uvedeném v osvědčení o registraci vozidla. V aplikaci bude možné sestavit reporty dle uživatelského výběru a to minimálně jako statistické reporty o měření a naměřených hodnotách. Aplikace bude umožňovat převod dat v elektronické podobě reportů ve formátech .xls a .pdf., případně v .csv a .txt. Počítá se taky s umožněním tisku reportů. Platformu ve formě aplikace bude případně možné uživatelsky modifikovat.

Příkladem výstupu vizualizační platformy jsou obrázky 20, 21 a 22 (převzato z již realizovaného projektu na monitoring znečištění):



Obrázek 20 - Zobrazení tabulky s detekcí limitních hodnot



Obrázek 21 - Zobrazení grafu



Obrázek 22 - Zobrazení grafů s hodnotami

3.14. Legislativní rámec pro přístup k datům

Pro úspěšnou realizaci projektu navrhujeme vzájemnou spolupráci Zadavatele a dodavatele, a to hlavně v legislativní oblasti a oboustranné snaze k technické dostupnosti dat z externích datových zdrojů, které Magistrát spravuje či k nim má přístup. ČRa počítá se zapojením vlastních odborníků na technickou i legislativní oblast, kteří budou připraveni na proaktivní návrhy možných postupů a otevřenou spolupráci se Zadavatelem. Jedná se například o

- Přístupu k datům Registru vozidel
- Přístupu k datům SME STK (pokud se v průběhu analýzy ukáže jejich potřeba)
- Přístup k datům měřičů rychlosti (konkrétně RZ projíždějících vozidel)

4. Legislativní východiska

Ve všech státech Evropské unie probíhá na periodické bázi kontrola emisního chování provozovaných vozidel. Konkrétní přístup jednotlivých členských států se liší, avšak minimální požadavky na hodnocení emisí vozidel stanoví směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/45/EU.

Každý členský stát EU tedy může vlastní legislativou zpřísnit kritéria stanovující vyhovující emisní chování vozidel provozovaných na svém území. Stejně tak není zakázáno místní právní úpravou stanovit kontrolování emisí např. přímo v provozu, mimo termín periodické kontroly.

Uvedená směrnice určuje minimální požadavky na způsob a periodicitu provedení technických kontrol všech vozidel provozovaných na území jednotlivých členských států. Každý stát implementuje tyto požadavky do svých zákonných úprav. Členským státům je umožněno stanovit přísnější normy prohlídek. Kontrolována jsou vozidla registrovaná k provozu na pozemních komunikacích na daném území. Kontrola technického stavu probíhá ve dvou hlavních kategoriích – mechanický stav vozu z hlediska bezpečnosti provozu a hodnocení výfukových emisí spalovacích motorů.

Periodickou kontrolu emisí automobilů provozovaných na našem území upravuje vyhláška č. 211/2018 Sb., o technických prohlídkách vozidel. Tato vyhláška specifikuje nutné vybavení zkušeben a pracovní postupy pro vykonání technických prohlídek (STK) a měření emisí (ME). Rovněž tato vyhláška stanovuje potřebnou kvalifikaci osob vykonávacích kontroly.

Z hlediska hodnocení emisního chování provozovaných vozidel jsou určeny následující pravidla:

Měření emisí historických vozidel není z důvodu předpokládaného malého zastoupení v provozu regulováno touto směrnicí.

Periodická kontrola emisního chování probíhá u stojícího vozidla, motor běží při měření emisí bez zatížení hnacím řetězcem.

Směrnice umožňuje provést kontrolu u moderních vozidel bez fyzického měření s využitím rozhraní EOBD.

Směrnice uvádí, že pro vozidla homologovaná podle normy Euro 6, představuje vnitřní diagnostika vozidla přesnější nástroj pro kontrolu emisí, než je vlastní fyzické měření stanovené touto směrnicí.

Emisní limity stanovuje výrobce vozidla, měření probíhá při provozní teplotě oleje.

Pokud výrobce emisní limity nestanovil, jsou určeny maximální hodnoty měřených veličin v závislosti na datu uvedení daného vozidla do provozu.

Kontrolované veličiny se liší v závislosti na tom, zda se jedná o zážehový či vznětový motor a v závislosti na použitém palivu.

Součástí prohlídky je vizuální kontrola kompletnosti a těsnosti výfukového systému.

Sledované složek spalin u vozidel se vznětovým motorem:

- součinitel absorpce [m^{-1}]. Jedná se o zjišťování pohltivosti světla sloupcem výfukových plynů definované délky.
- je zjištěna správná funkce emisního systému z rozhraní OBD, pokud jím je vozidlo vybaveno.

Maximální povolená hodnota součinitele absorpce je určena údajem uvedeném na štítku výrobce.

Pokud výrobce nestanovil maximální povolenou hodnotu, jsou dány následující hodnoty:

u motorů s atmosférickým sáním: $2,5 \text{ m}^{-1}$

u přeplňovaných motorů: $3,0 \text{ m}^{-1}$

u motorů schválených do provozu po 1.6. 2008: $1,5 \text{ m}^{-1}$

u motorů schválených do provozu po 1.1. 2015: $0,7 \text{ m}^{-1}$

U vozidel uvedených do provozu před 1. 1. 1980 nemusí být měření prováděno.

Pro vznětové motory směrnice určuje průběh měření. Základní metodou měření emisí vznětových motorů je tzv. „volná akcelerace“.

Volná akcelerace se provádí s vyřazeným rychlostním stupněm. Při volnoběžných otáčkách je plynule sešlápnut pedál akcelérátoru do maximální polohy za dobu menší než 1 sekundu tak, aby byla dosažena maximální dodávka vstřikovaného paliva. „Při každém cyklu volné akcelerace musí motor dosáhnout maximálních regulovaných otáček (tj. tzv. přeběhových otáček) nebo u vozidel s automatickou převodovkou otáček specifikovaných výrobcem, nebo není-li tento údaj k dispozici, dvou třetin maximálních regulovaných otáček předtím, než je uvolněn pedál akcelérátoru. Zkouška probíhá bez zatížení motoru.

Směrnice stanovuje, že volná akcelerace může být při měření vícekrát opakována, přičemž maximální počet opakování není stanoven. Je doporučeno po ustálení provozní teploty motoru propláchnout výfukový systém nejméně třemi cykly volné akcelerace. Před začátkem každého cyklu volné akcelerace se vyčká nejméně 10 sekund pro ustavení volnoběžných otáček motoru a turbodmychadla. Zkouška se hodnotí jako nevyhovující jen tehdy, jestliže aritmetický průměr z nejméně tří posledních cyklů volné akcelerace přesahuje mezí hodnotu. Nicméně i zde se jedná o minimální požadavky, jednotlivé úpravy členských států mohou kritéria stanovit přísněji.

Měření probíhá on-line, tj. vyhodnocovací zařízení je připojené k síti a tvorba protokolu včetně zápisu záznamů z měření probíhá automaticky. Kontrolní technik postupuje dle pokynů zobrazených na vyhodnocovacím zařízení a manuální úprava naměřených hodnot není možná. Metodický postup měření obsahuje seznam vybraných vozidel, u kterých není možné splnit stanovený obecný postup. Pro tato vozidla je popsán speciální postup měření.

Specifika české legislativy spočívají v přípustném počtu opakování měření. Pokud jsou vyčteny Readiness kódy a nejsou shledány závady, je možné provést pouze jedno měření opacity u vozidel Euro 5 a novějších, případně 2 opakování pro Euro 3 a novější. Při nesplnění podmínek a pro ostatní vozidla je možné opakovat měření až 10x. Výsledná hodnota je potom aritmetický průměr ze 4 posledních platných opakování. Kromě výsledné hodnoty se vyšetřuje též rozptyl naměřených hodnot, jenž nesmí přesáhnout $0,25 \text{ m}^{-1}$ ($0,5 \text{ m}^{-1}$ pro vozidla do roku 1980). Obecné limity opacity, použité v případě, že výrobce nestanovil limitní hodnoty, odpovídají evropské směrnici. Jediným rozdílem je limit pro vozidla Euro 6, který má hodnotu $0,25 \text{ m}^{-1}$ (Pozn. při správné funkci DPF je typicky naměřena „0“).

Z výše uvedeného textu vyplývá několik okolností, které mají zásadní vliv na budoucí případné změny v legislativě a jejich právních dopadů na hodnocení emisního chování provozovaných vozidel.

Velice zásadní jsou samotné veličiny, které ho popisují. V případě měření podle platných předpisů na stanici měření emisí (SME) je prováděn odběr vzorku spalin přímo z výfukového systému vozidla – skutečně se tedy jedná o měření emisí. Předmětem zájmu je pak pouze stanovení „kouřivosti“ motoru nikoli velikosti částic případně jejich počtu vztaženého na definovaný objem.

V případě navrhovaných řešení se však jedná o hodnocení „kontaminace“ okolního vzduchu částicemi. Měřené hodnoty tedy představují informaci o imisích jednotlivých složek (částic různé velikosti a původu) v okolí blízkému pohybujícímu se vozidlu. Tento pohled je v podobné míře aplikován „kontrolovaně“ při použití plnopřůčného ředícího tunelu (CVS) v rámci homologačních měření nikoliv však na SME.

Při reálném provozu vozidla je distribuce částic z výfukového potrubí do okolního prostředí ovlivňována mnoha faktory jako např. rychlost vozidla, umístění vyústění výfukového potrubí, tvar karoserie vozidla rychlost větru apod.

Tento fakt neznamená, že by nebylo možné identifikovat vozidla s nadměrnou produkcí částic pomocí uvažovaných zařízení, avšak v danou chvíli neexistuje možnost přímého porovnání měřených hodnot.

Informace z prováděných měření mohou zajistit požadavek na následnou kontrolu vozidla PČR a odeslání vozidla na příslušnou stanici SME.

Případné kroky v úpravě stávající legislativě by měli vést směrem k možnostem operativní součinnosti příslušných složek a institucí oprávněných provádět kontroly a hodnocení emisního chování vozidel.

ČRa počítá se zapojením vlastních odborníků na technickou i legislativní oblast, kteří budou připraveni na proaktivní přístup při spolupráci s dalšími subjekty vedoucí k návrhům změny potřebné legislativy.

5. Způsob plnění kvalitativních požadavků Zadavatele

Niže uvedený popis blíže specifikuje a konkretizuje některé aspekty výše uvedeného popisu řešení.

5.1. Technický koncept celého funkčního řešení – technologie detekce

S ohledem na stávající stav vědeckého poznání bude v souladu s tím do praxe uvedena technologie, která bude mít následovnou účinnost detekce, tak jak je to detailněji popsáno v kapitole 3.5.:

Světelné podmínky – rozsah [LUX]	Změna účinnost detekce ve vztahu k parametrům přístroje [%]
10 000 – 100 000	0,001
100 – 10 000	0,001
1 - 10	0,001
0,01 -1	0,001
0,01 – 0,1	0,001

5.2. Technický popis konceptu řešení pro jednotlivé typy zařízení

5.2.1. Stacionární zařízení

Popis technického řešení je popsán detailněji v kapitole 3.5.1. s uvedením mezí detekce, způsobu napájení (napájení detektoru stejnosměrným napájecím napětí o hodnotě 5 V a v měřicím režimu s proudem o hodnotě do 100 mA, pro další příslušenství je očekáván potřebný příkon cca 400 W) a tím spojenou energetickou úspornost (provoz možný z baterií s využitím solárních panelů vhodné velikosti pro zajištění jejich dobíjení s ohledem na nejkoličtější a nejúspornější řešení) a s co nejmenšími rozměry (19" box o rozměrech přibližně 500 x 280 x 460 mm) a hmotností 20 kg.

5.2.2. Přenosné zařízení

Popis technického řešení je popsán detailněji v kapitole 3.5.2. s uvedením mezí detekce, způsobu napájení (napájení detektoru stejnosměrným napájecím napětí o hodnotě 5 V a v měřicím režimu s proudem o hodnotě do 100 mA, pro další příslušenství je očekáván potřebný příkon cca 400 W, kde napájení je přizpůsobeno přímo pro využití palubní 12 V sítě „měřicího“ vozidla, na kterém bude zařízení umístěno) a s co nejmenšími rozměry (19" box o rozměrech přibližně 500 x 280 x 460 mm umístěn v zavazadlovém prostoru „měřicího“ vozidla) a hmotností 20 kg.

5.2.3. Mobilní zařízení

Popis technického řešení je popsán detailněji v kapitole 3.5.3. s uvedením mezí detekce, způsobu napájení (napájení detektoru stejnosměrným napájecím napětím o hodnotě 5 V a v měřicím režimu

s proudem o hodnotě do 100 mA) a s co nejmenšími rozměry (přibližně 200 x 250 x 50) a hmotností 1 kg.

5.3. Popis metody detekce a míra inovativnosti

S ohledem na stávající stav vědeckého poznání bude v souladu s tím do praxe uvedena technologie, která je detailněji popsána v kapitole 3.5. a v podkapitolách 3.5.1., 3.5.2. a 3.5.3., kde míra inovativnosti spočívá v inovačním partnerství realizačního týmu při využití zkušeností týmu se senzory, softwarem na míru, přenosem dat, ukládáním dat a jejich vyhodnocováním.

5.4. Minimální velikost pevných částic, které nabízená forma detekce dokáže detekovat

S ohledem na stávající stav vědeckého poznání bude v souladu s tím do praxe uvedena technologie, která je detailněji popsána v kapitole 3.5. a v podkapitolách 3.5.1., 3.5.2. a 3.5.3., kde detekční rozlišení zařízení (nejmenší detekovatelné částice) je 0,3 μm (300 nm).

5.5. Mez kvantifikace částic na cm^3

S ohledem na stávající stav vědeckého poznání bude v souladu s tím do praxe uvedena technologie, která je detailněji popsána v kapitole 3.5. a v podkapitolách 3.5.1., 3.5.2. a 3.5.3., kde uvažovaný detektor má rozsah hmotnostní koncentrace 0 – 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, s udávanou přesností měření pro PM_{10} a $\text{PM}_{2,5}$ (0-100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) $\pm 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pro počet částic $\text{PM}_{0,5}$, PM_{10} a $\text{PM}_{2,5}$ v rozsahu 0 – 1000 $\#/\text{cm}^3$ je přesnost $\pm 100 \#/\text{cm}^3$. Detekční rozlišení zařízení je 0,3 μm (300 nm).

5.6. Popis komunikačních rozhraní detektorů na SW technologie

Pro účely přenosu dat mezi detektory a vlastním datovým skladem bude využita mobilní datová síť konkrétního operátora, která má pokrytí na předpokládaném území, kde se uvažuje provoz řešení. Jedná se o síť poskytující služby typu 2G/3G/4G/5G. Pro účely přenosu dat bude vytvořena zabezpečená privátní síť (VPN), prostřednictvím, které budou probíhat přenosy.

Vlastní komunikace mezi detektory a datovým skladem bude probíhat prostřednictvím webových služeb SOAP/REST. Konkrétní specifikace bude upřesněna v rámci analýzy. V tuto chvíli se předpokládá využití RESTových webových služeb, a to zejména pro jejich rychlou komunikaci nenáročnou na objem dat. Komunikace bude šifrována protokolem SSL, resp. TLS.

Komunikace s datovým skladem může probíhat buď online, tj. průběžně se do skladu budou dostávat aktuální informace. V případě nutnosti (nemožnost zajistit trvalé on-line připojení) budou data zasilána dávkově.

Z pohledu licenčního zde nejsou kladena žádná omezení na objem či četnost přenášených dat, vše je postaveno na otevřených technologiích.

5.7. Popis SW části technologie detekce

Součástí platformy pro detektory bude i modul, který provádí vlastní analýzu emisí, tj. z naměřených dat vypočítává podklady pro kontrolu vůči emisním limitům apod. Do datového skladu se tedy již dostávají vypočtená data, která se přímo porovnávají s emisními tabulkami, případně s dalšími parametry, které budou specifikovány v rámci 1. etapy projektu.

Jak již bylo uvedeno v kapitole 3, tak úložištěm dat je centrální datový sklad, kde budou uloženy veškerá nashromážděná data včetně vypočtených. Zároveň bude datový sklad obsahovat další informace získané následným zpracováním a postprocessingem – např. získání informací z různých registrů, vypočtená data pro účely statistik a reportů, číselníky a konfigurace SW části apod. Jak již bylo zmíněno, tak pro účely SW části se využije databáze PostgreSQL, NET Core framework a framework Angular pro zobrazení informací na webu. Tyto části zajistí spolehlivé uložení, spolehlivé a rychlé vykonávání business logiky, včetně definice API rozhraní a dále uživatelsky komfortní zobrazení dat a správu řešení.

Součástí uživatelského rozhraní bude i vizualizační a reportovací platforma. Součástí řešení bude sada reportů zobrazující různé pohledy na získaná data. Standardní funkčnosti bude široká možnost filtrů a možnost exportu do různých formátů. Licenčně se opět jedná o otevřené technologie.

5.8. Popis SW rozhraní na externí zařízení

5.8.1. Popis rozhraní

SW rozhraním na externí zařízení se rozumí rozhraní pro komunikaci mezi aplikacemi nebo zařízení. I v tomto případě navrhujeme využít webových služeb, a to SOAP nebo REST. I v tomto případě bude komunikace šifrována prostřednictvím TLS protokolu a autentizaci se využijí systémové certifikáty, kterými budou identifikovány jednotlivá zařízení/aplikace. Vznikne tedy API složené ze sady webových služeb, které bude poskytovat uložená data. Licenčně se opět jedná o otevřené technologie. Mezi navrhované služby bude patřit např.

- Poskytnutí dat z detektoru (v dotazu bude možné specifikovat typ zařízení, o jaký detektor se jedná, jaký časový úsek dat požaduje aplikace apod.).
- Seznam detektorů a zařízení
- Informace o emisních třídách, RZ apod., které budou získány během postprocessingu
- Informace o splnění/nesplnění emisního limitu
- Provozní informace z detektorů a zařízení (např. výdrž baterie, souhrnné informace o posílaných datech apod.)
- A další

5.8.2. Otevřenost rozhraní

Součástí řešení bude API rozhraní, které bude poskytovat širokou sadu informací pro další zpracování. V případě potřeby bude možné přímě připojení do databáze datového skladu a získat tak veškeré informace, které řešení uchovává. Nabízené řešení je tedy maximálně otevřené a lze získat maximální množinu informací. Z pohledu bezpečnosti uložených informací doporučujeme mít veškeré rozhraní zabezpečené šifrováním a zajištěnou autentizací, případně autorizací všech komunikujících aplikací/zařízení/uživateli.

5.9. Plnění požadavků zadavatele

Návrh řešení splňuje technické zadání a zároveň veškeré požadavky zadavatele specifikované v kapitole 9.1. zadávací dokumentace a popsané v kapitolách 3, 4, 5:

Tabulka 2 Kritéria, předmět a váha hodnocení a jejich plnění

	Subkritérium hodnocení	Předmět hodnocení	Váha	Plnění požadavků
1.	Technický koncept celého funkčního řešení – technologie detekce	Zda technický koncept řešení nastiňuje technologické možnosti řešení, jehož realizace a uvedení do praxe je pravděpodobná, zda obsahuje návrh řešení účinnosti detekce za různých světelných podmínek definovaných v Luxech v následující struktuře: účinnost 10 000 – 100 000 LUX, 100 – 10 000 LUX, 1-10 LUX, 0,01 – 1 LUX, 0,01 – 0,1 LUX (lépe budou hodnoceny návrhy technického řešení, které obsahují úplný popis technického konceptu řešení dle požadavků zadavatele a jehož realizace a uvedení do praxe je v souladu se stávajícími vědeckými a technickými poznatky)	20%	Ano Viz kapitola 3.5.
2.	Technický popis konceptu řešení pro jednotlivé typy zařízení	Úplnost popisu technického řešení pro variantu stacionární, a zda popis obsahuje návrh způsobu jeho napájení se zaměřením na energetickou úspornost výsledného technického řešení, a dále zda popis obsahuje návrh technického řešení se zaměřením na co nejmenší rozměry a hmotnost zařízení (lépe budou hodnoceny návrhy technického řešení, které obsahují úplný a konkrétní popis)	10%	Ano Viz kapitola 3.5. a podkapitola 3.5.1.
		Úplnost popisu technického řešení pro variantu přenosné, a zda popis obsahuje návrh způsobu jeho napájení se zaměřením na energetickou úspornost výsledného technického řešení, a dále zda popis obsahuje návrh technického řešení se zaměřením na co nejmenší rozměry a hmotnost zařízení (lépe budou hodnoceny návrhy technického řešení, které obsahují úplný a konkrétní popis)	10%	Ano Viz kapitola 3.5. a podkapitola 3.5.2.

		Úplnost popisu technického řešení pro variantu mobilní, zda popis obsahuje návrh způsobu jeho napájení se zaměřením na energetickou úspornost výsledného technického řešení, a dále zda popis obsahuje návrh technického řešení se zaměřením na co nejmenší rozměry a hmotnost zařízení (lépe budou hodnoceny návrhy technického řešení, které obsahují úplný a konkrétní popis)	10%	Ano Viz kapitola 3.5. a podkapitola 3.5.3.
3.	Popis metody detekce a míra inovativnosti	Zda popis metody detekce obsahuje technologie, které jsou v souladu se stávajícími vědeckými a technickými poznatky (lépe budou hodnoceny návrhy technického řešení, které budou zahrnovat technologie, které jsou v souladu se stávajícími vědeckými a technickými poznatky než dosud vědecky nepoznané technologie)	15%	Ano Viz kapitola 3.5. a podkapitoly 3.5.1., 3.5.2. a 3.5.3.
4.	Uvedení minimální velikosti pevných částic, které nabízená forma detekce dokáže detekovat – zadavatel předpokládá, že v rámci technického konceptu řešení bude využita existující úroveň poznání a fyzikálních principů, které umožní detekovat určitou velikost částic	Hodnocení záchytu co nejmenších pevných částic (lépe bude hodnoceno zachytávání menších pevných částic)	15%	Ano Viz kapitola 3.5. a podkapitoly 3.5.1., 3.5.2. a 3.5.3.
5.	Mez kvantifikace částic na cm^3 (uvedení řádu počtu identifikovaných částic na cm^3) - zadavatel předpokládá, že v rámci technického konceptu řešení bude využita existující úroveň poznání a fyzikálních principů, které umožní detekovat určitou velikost částic	Hodnocení kvality měření porovnáním citlivosti záchytu částic (lépe bude hodnocena schopnost citlivějšího měření, tedy schopnost detekovat co nejmenší množství částic v cm^3 zplodin)	15%	Ano Viz kapitola 3.5. a podkapitoly 3.5.1., 3.5.2. a 3.5.3.

6.	Popis komunikačních rozhraní detektorů na SW technologie	Úplnost popisu komunikačního rozhraní, včetně schémat a licenčních modelů (lépe budou hodnoceny návrhy technického řešení, které obsahují úplný a konkrétní popis, včetně schémat a licenčních modelů)	2%	Ano Viz kapitola 5.6.
7.	Popis SW části technologie detekce	Úplnost popisu softwarové části, včetně schémat a licenčních modelů (lépe budou hodnoceny návrhy technického řešení, které obsahují úplný a konkrétní popis, včetně schémat a licenčních modelů)	1%	Ano Viz kapitola 5.7.
8.	Popis SW rozhraní na externí zařízení	a) Úplnost popisu rozhraní, včetně schémat a licenčních modelů (lépe budou hodnoceny návrhy technického řešení, které obsahují úplný a konkrétní popis, včetně schémat a licenčních modelů)	1%	Ano Viz kapitola 5.8
		b) Otevřenost rozhraní (lépe budou hodnoceny návrhy technického řešení, které obsahují otevřená rozhraní)	1%	Ano Viz kapitola 5.8.

Souhrn některých aspektů v rámci realizace projektu:

- využití moderních technologií a jedinečného know-how jediného pracoviště udržitelné mobility (CVUM) v České Republice = ANO
- instalace zařízení neinvazivně – např. prostřednictvím kanalizačních poklopů = ANO
- neinvazivní instalace mobilních senzorů (měření částic a kamery) na automobilech = ANO
- modulární systém stacionární měření lehce rozebíratelný a přenositelný na jinou lokaci = ANO
- energeticky nenáročné měření s co nejnižší spotřebou energie a minimální uhlíkovou stopou = ANO
- použití systému detekce velikosti částic až na úrovni 100 nm = ANO
- správa a vizualizace dat = ANO
- podpora pro návrhy legislativních změn iniciované magistrátem hlavního města Prahy vedoucích k naplnění cílů projektu = ANO
- modelování optimalizace umístění senzorů stacionárního měření ve 3D modelech křižovatek, které se dají použít i v projektu Smart City = ANO
- rychlá koordinace mobilních jednotek měření pomocí vytěžování kamerového záznamu na vybraných lokalitách = ANO
- metodologie zpracování dat včetně doručení integrace dalších externích datových zdrojů za účelem vytvoření prediktivní modelu pomocí prvků umělé inteligence = ANO

**Objasnění / Doplnění nabídky v rámci veřejné zakázky s názvem
„Detekce vozidel s nadměrnými emisemi částic“**

V Praze dne 3. 11. 2021

Dodavatel, České radiokomunikace a.s., se sídlem Skokanská 2117/1, 169 00 Praha 6, IČ 247 38 875, (dále jen „**dodavatel**“), tímto doplňuje nabídku na základě Výzvy k objasnění / doplnění nabídky ze dne 26. 10. 2021, a to následovně:

1. Doplnění článku 3.5 Popisu technologického řešení

Díky modularitě konstrukčních prvků a rackovému systému bude v zařízení možné využít identický typ detektoru s nezbytným příslušenstvím (periferiemi), kterými jsou zobrazovací jednotka nebo malé PC (od hmotnosti 300 g a rozměrů 20x15x1 cm), kamera (od hmotnosti 150 g a rozměrů 5x11x3 cm), paměťové zařízení (od hmotnosti 20g a rozměrů 0.3x1x1,5 cm), měřicí karta (modul pro příjem analogového a digitálního signálu, od hmotnosti 100 g a rozměrů 10x15x2,5 cm) a vzorkovací čerpadlo (od hmotnosti 600g a rozměrů 10x6x6 cm) pro dopravu vzorku částicemi kontaminovaného vzduchu. Komunikace mezi jednotlivými částmi (pokud je to nutné) je uvažována po sériové lince typu USB. Potřebné programy pro realizaci měření budou včetně návodu na obsluhu součástí dodávky a to v souladu s požadavky zadavatele.

Předpokládá se integrace všech součástí (měřicí zařízení a periferie) do 19" boxu o rozměrech přibližně 50x28x46 cm. Celková hmotnost této hlavní části zařízení by měla být do 20 kg. Pro zařízení se plánuje stejnosměrné napájecí napětí o hodnotě 5 V a v měřicím režimu proud o hodnotě do 100 mA. Pro další nezbytné příslušenství (počítač, kamera, měřicí karta – měřicí ústředna, datové uložení – paměťové zařízení) je očekáván potřebný příkon cca 400 W.

Konkrétní výběr a specifikace jednotlivých navržených / použitých zařízení vč. instalačního materiálu a dalších nezbytných součástí bude předmětem případných dalších fází projektu.



2. Doplnění článku 3.6 Popisu technologického řešení

Schopnost detekce uvažované měřicí soustavy je 5 nm, pro projekt ale počítáme s technologickým detekčním limitem 0,1 μm (100 nm) a pro praktické účely pracujeme s detekčním limitem 0,3 μm (300 nm). U částic z výfukových plynů spalovacích motorů různého provedení, je pro hodnocení emisního chování vozidla a vyhodnocení správné funkce filtru pevných částic, s ohledem na hydrodynamické, hydrostatické a elektrostatické vlastnosti částic a současný stav poznání limit 0,3 μm (300 nm) považován za postačující pro naplnění zadání projektu. Detekční limit je zvolen s ohledem na robustnost řešení, dlouhou životnost zařízení a minimální servisní náklady.

3. Doplnění článku 3.6.1, 3.6.2., 3.6.3 Popisu technologického řešení

Uvažovaný detektor má rozsah hmotnostní koncentrace 1 – 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, udávaná přesnost měření pro PM_{10} a $\text{PM}_{2.5}$ (0-100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) $\pm 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Minimální hmotnostní koncentrace detekovatelných částic je 10 μg na m^3 .

Pro počet částic $\text{PM}_{0.5}$, PM_{10} a $\text{PM}_{2.5}$ v rozsahu 1 – 1000 $\#/\text{cm}^3$ je přesnost $\pm 100 \#/\text{cm}^3$. Minimální počet detekovatelných částic je 100 částic na cm^3 .