

## ČASŤ B. Opis predmetu zákazky

Nižšie sú stanovené záväzné požiadavky a parametre predmetu zákazky. Pokiaľ sa v opise predmetu zákazky, t. j. tejto časti súťažných podkladov a jej prílohách použil odkaz na konkrétnu značku, výrobcu, alebo výrobok alebo typ výrobku – tieto boli použité výlučne pre ilustráciu vtedy, ak nebolo možné dostatočne presne a zrozumiteľne opísať predmet zákazky v súlade so ZVO a obvyklou obchodnou praxou prevažujúcou pri dodávke rovnakých alebo obdobných predmetov zákazky. V takýchto prípadoch sa má za to, že je takýto odkaz vždy doplnený slovami "alebo ekvivalentný" a platí, že uchádzač môže vždy ponúknuť aj ekvivalentné alebo lepšie plnenie v súlade s ustanovením § 42 ods. 3 ZVO.

### 1 SÚČASNÝ STAV

- 1.1 Súčasná situácia v meste Šaľa (ďalej tiež len „verejný obstarávateľ“) kopíruje trendy známe z celej Slovenskej republiky. Samospráva postupne prechádza z offline módu na online z hľadiska poskytovania digitálnych služieb občanom v súlade s digitalizáciou verejnej správy. Týka sa to najmä prenesených kompetencií zo štátnej správy. Čo sa týka originálnych samosprávnych kompetencií a najmä poskytovania služieb a informácií občanom. Verejný obstarávateľ zabezpečuje celý komplex poskytovaných služieb občanom. Väčšina originálnych kompetencií a informácií je realizovaná / poskytovaná v offline móde. Základné informácie sú dohľadateľné na webovej stránke mesta – verejného obstarávateľa. Verejný obstarávateľ aktuálne nedisponuje centralizačnou platformou, ktorá by bola schopná funkčne integrovať procesy digitalizácie, inteligentné riešenia a budovanie smart city.
- 1.2 IT architektúra verejného obstarávateľa je postavená na zbieranie základných údajov z agiend mesta. Tie sú ukladané v serverovni mestského úradu. Verejný obstarávateľ nevyužíva štátny cloud. Verejný obstarávateľ používa vnútorný informačný systém. V súčasnosti došlo k implementácii perimetrového firewallu od spoločnosti Palo Alto. Nový firewall plne nahradil predošlý firewall MikroTik. Na novom firewalle boli zachované komunikačné pravidlá z firewallu MikroTik a bola nastavená „next-generation“ ochrana. Firewally Palo Alto patria medzi lídrov v oblasti moderných firewallov a jeho implementáciou do siete došlo k nárastu celkového zabezpečenia siete a bezpečnosti vzdialeného prístupu do siete.

Perimetrový firewall a absencia „next-generation“ funkcionality bola už vyriešená implementovaním Palo Alto firewallu do siete, čím došlo k navýšeniu bezpečnosti a taktiež boli vyriešené niektoré legislatívne požiadavky Zákona o kybernetickej bezpečnosti.

Mestu ostáva ešte zabezpečiť zbieranie a archiváciu logov zo všetkých aktívnych prvkov v počítačovej sieti mestského úradu a zabezpečiť službu „manažéra kybernetickej bezpečnosti“.

Na zabezpečenie výkonu agendy mesta je prevádzkovaný informačný systém KORWIN, využíva sa GIS. Jednotlivé úseky poskytovaných služieb sú postupne modernizované. Chýba však centrálné riadenie a koordinácia, ktorá by mesto premenila na SMART city. Za týmto účelom verejný obstarávateľ zabezpečuje dodanie predmetu zákazky v 4 oblastiach:

- 1.2.1 bezpečnosť,
- 1.2.2 životné prostredie,
- 1.2.3 parkovanie; a
- 1.2.4 informovanie verejnosti.

#### *Bezpečnosť*

- 1.3 Súčasná situácia z hľadiska bezpečnosti je daná postupným budovaním kamerového systému mesta. Mesto Šaľa už v roku 2005 v rámci zvýšenia bezpečnosti mesta a jeho obyvateľov začalo budovať a prevádzkovať monitorovací kamerový systém medzi prvými na Slovensku. Na základe týchto skúseností v spolupráci s jednotlivými zložkami policajného zboru nielen využíva túto techniku pre zvýšenie efektívnosti svojich aktivít v oblasti bezpečnosti, ale zároveň spoločne plánuje ďalšie možnosti využitia. Kamerový systém mesto rozširuje postupne vo viacerých etapách. Využilo na to aj spolufinancovanie v rámci štátnych dotácií v oblasti prevencie kriminality. Modernizácia a rozširovanie kamerového systému je základným predpokladom jeho účinnej pomoci pre prácu polície a pre bezpečnosť mesta a jeho obyvateľov. Avšak s vyvíjajúcou sa dobou a novými trendmi sa postupne stávajú tieto kamery najmä tie skôr inštalované zastarané s nízkou schopnosťou rozlíšenia

a rozoznávania osôb v noci a je potrebná ich obmena. V súčasnosti má mesto v systéme vyše 50 kamier. Niektoré inštalované kamery sú staršieho dáta a nie je možné ich považovať za IoT prvky. Tieto kamery nedisponujú SW, resp. funkcionalitami, ktoré by merali, analyzovali alebo vyhodnocovali dané záznamy (online, alebo offline). Mesto má tiež vybudovaný centrálny pult ochrany, ktorý obsluhuje Mestská polícia a je prepojený aj na štátnu políciu, je naň napojených cca 150 objektov. V rámci pultu je monitorovaná aktuálna situácia vo vybraných lokalitách v meste a je vedený záznam. Pult je obsluhovaný zaškoleným personálom chránenej dielne, ktorý zabezpečuje monitoring nonstop. Personál obsluhuje už zastaraný systém, ktorý síce monitoruje osoby a lokality, ale nie dopravnú situáciu a je ovládaný manuálne bez naprogramovaných algoritmov. V súčasnosti neexistujúce prepojenie medzi serverovňou mestského úradu a Mestskou políciou (lokalizácia centrálného pultu v mestskej časti Veča vzdialenej 2km od mestského úradu, cez most, je zlá dopravná dostupnosť medzi objektami na hlavnom dopravnom ťahu), kvôli zálohovaniu dát a vytvárania sledovacích/pozorovacích algoritmov.

#### *Životné prostredie*

- 1.4 Životné prostredie v meste je v značnej miere ovplyvnené lokalizáciou veľkého zdroja znečistenia ovzdušia v katastri mesta - podnikom Duslo Šaľa (vzdialený 6km od centra mesta a len 4 km od mestskej časti Veča), kde sa vyrábajú priemyselné hnojivá a výrobky chemického priemyslu. Podnik má aj vlastnú spaľovňu odpadu. Okrem toho sa v meste (v okrajových častiach) nachádza niekoľko stredných a malých zdrojov znečistenia ovzdušia (podniky DABO, Shing Heung Slovakia a pod.). Významným zdrojom znečistenia ovzdušia v meste je aj doprava. Mestom prechádza cesta I. triedy I/75 s výraznou intenzitou dopravy. Podľa celoštátneho sčítania dopravy z roku 2015 mestom prejde denne vyše 20 000 vozidiel. V roku 2018 mesto zadalo spracovanie nového Územného Dopravného Generelu (ÚDG) Mesta Šaľa. Z neho vyplynulo, že cez jediný most v meste a v širokom okolí denne prejde vyše 27 000 vozidiel, čo je dlhodobo neúnosné a vysoko prekračuje dimenzie tohto mosta. Vysoká frekvencia dopravy, veľký zdroj znečistenia ovzdušia v blízkosti mesta sú prvkami zhoršujúcej sa kvality ovzdušia. V meste však absentujú akékoľvek merače kvality ovzdušia, ktoré by občanom dali jednoznačné informácie o stave ovzdušia, množstve emisií, či teplote vzduchu a vlhkosti.

#### *Parkovanie*

- 1.5 Veľké množstvo áut má, okrem dopravnej situácie, za následok aj problém s parkovaním v meste. Parkovanie sa realizuje na vyhradených parkoviskách na sídliskách, pred obchodnými prevádzkami, vybudovaných parkoviskách a na odstavných parkovacích plochách pozdĺž komunikácií. V meste bolo v rokoch 2009 –2015 vybudovaných v dvoch lokalitách 155 záchytných parkovacích miest v rámci projektu „Opatrenia na zlepšovanie kvality ovzdušia v Šali“ spolufinancovaného z Operačného programu Životné prostredie 2007-2013. Zvyšné parkovacie miesta sú rozmiestnené po celom meste, najmä na sídliskách. V meste absentuje parkovací systém. Nie je vytvorený ani minimálny informačný systém, ktorý by smeroval vodičov k parkovacím miestam a tiež nie je zavedený žiadny monitoring počtu voľných parkovacích miest a tak sú vodiči nútení krúžiť po meste, kým sa im podarí nájsť voľné parkovacie miesto, čo vedie k zbytočnému zahusťovaniu dopravy a rastu emisií.

#### *Informovanie verejnosti*

- 1.6 Informácie poskytované občanom sú v súčasnosti realizované prostredníctvom webovej stránky mesta. Na webovej stránke mesta sú dostupné základné informácie o meste, ako spravodajstvo a informácie o meste zaradené do štyroch kategórií:
- 1.6.1 Chcem vedieť – informácie o samospráve, mestskom zastupiteľstve, rozpočte a hospodárení, realizovaných projektoch, strategických dokumentoch, prístupu k informáciám a verejnóm obstarávaní;
  - 1.6.2 Chcem vybaviť – služby poskytované mestom;
  - 1.6.3 Chcem sa zabaviť – informácie o kultúrnych podujatiach, kultúrnych inštitúciách a spolkoch

1.6.4 Chcem spoznať – základné informácie o meste Šaľa.

- 1.7 Na webovej stránke však absentuje informačný kanál, ktorý by poskytoval aktuálne informácie o dopravnej situácii, parkovaní, či kvalite ovzdušia. Mesto nemá vytvorenú ani žiadnu vlastnú informačnú aplikáciu. Ako je zrejmé, mesto Šaľa sa neustále rozvíja a snaží sa napredovať čomu svedčí aj fakt, že v mnohých oblastiach bolo ako samospráva priekopníkom na Slovensku z čoho vyplýva aj z vyššie uvedených skutočností, že mesto vybrané oblasti postupne inovuje. Problémom však je minimum použitých inteligentných riešení.

## 2 CIELE VEREJNÉHO OBSTARÁVATEĽA

- 2.1 Cieľom verejného obstarávateľa je prostredníctvom predmetu zákazky vybudovať SMART riešenia pre poskytovanie dát pre rozhodovacie procesy a tvorbu politik mesta vo vybraných oblastiach. Mesto Šaľa bude prijímať rozhodnutia a realizovať svoje politiky na základe dát získaných prostredníctvom prvkov IoT v oblastiach: bezpečnosť, parkovanie, životné prostredie a informovanosť občanov.
- 2.2 Hlavné agendy, ktoré v kontexte navrhovaného SMART riešenia budú ovplyvnené, sú:
- 2.2.1 Manažment parkovania
  - 2.2.2 Ochrana a monitoring životného prostredia
  - 2.2.3 Bezpečnosť na cestných komunikáciách a verejných priestranstvách
  - 2.2.4 Plánovanie investícií Príprava politik, stratégií, VZN
  - 2.2.5 Torba analýz, modelov, predikcií
  - 2.2.6 Rozpočet mesta na aktuálny rok, ako aj viacročný rozpočet
- 2.3 SMART riešenie pomôže zlepšiť bezpečnosť, kvalitu životného prostredia, vyriešiť lepšiu informovanosť obyvateľstva a zabezpečiť efektívnejšiu samosprávu mesta. Základnými stavebnými prvkami sú zosieťované prvky, ktoré sú pripojené na spoločnú sieť a tak vytvárajú celkový koncept IoT. Tieto prvky zbierajú rôzne dáta z rôznych oblastí a posielajú ich na jednotné zberné miesto (do hlavnej databázy mesta). Nad týmito dátami funguje dohľadové centrum (Mestská polícia), ktoré monitoruje aktuálne dianie v meste a vie na zaznamenané odchýlky adekvátne zareagovať. Ako ďalšia úroveň je strojová analýza týchto dát alebo predikcia na základe historických záznamov. Týmto princípom bude môcť verejný obstarávateľ predikovať napríklad dopravné zápchy v meste alebo zvýšenie hladín environmentálnych veličín v súvislosti so zvýšenou dopravou v meste, ako aj stav kapacít na parkovanie v meste.
- 2.4 Celkové riešenie bude rozdelené na moduly, ktoré spája jadro systému, ktorým je dohľadové centrum.
- Na komunikáciu medzi prvkami sa budú používať rôzne sieťové technológie ako je optická infraštruktúra, rádiové mikrovlnná sieť (wifi), sieť internetu vecí (LoraWan) na nedostupných miestach alebo siete mobilných operátorov (NB-IoT). SMART city z hľadiska mesta Šaľa bude predstavovať IoT infraštruktúru zameranú na:
- 2.4.1 získavanie dát z externých senzorov, kamier
  - 2.4.2 analýzu dát v analytickom centre
  - 2.4.3 poskytovanie analytických výstupov – predikcií, tabuliek, logov
  - 2.4.4 poskytovanie fyzických výstupov – zobrazovanie informácií na LED panely, na obrazovke v dohľadovom centre, zasielanie informácií do mobilnej aplikácie, či na webstránku mesta
- Týmto SMART koncept prispieje k získaniu dát dôležitých pre efektívne fungovanie mesta, plánovanie politik a dlhodobej trvalej udržateľnosti v oblastiach ako: doprava a parkovanie, životné prostredie, bezpečnosť.
- 2.5 Po realizácii projektu sa zvýši aktívna i pasívna bezpečnosť v meste. Aktívna bezpečnosť bude postavená na monitorovaní vybraných frekventovaných lokalít a vytváraní záznamu pre potreby dokazovania a rýchle nasmerovanie hliadky Mestskej polície. Pasívna bezpečnosť bude pozostávať z vedomosti občanov, že vo vybraných lokalitách je nainštalovaný kamerový systém a budú sa na danom území cítiť bezpečnejšie. Prostredníctvom LED panelov a komunikačného kanála na web stránke sa v prvom rade zvýši informovanosť občanov, ale aj kvalita bývania. Občania, ale aj

návštevníci mesta budú mať k dispozícii informácie o počasi, kvalite ovzdušia atď. Z hľadiska životného prostredia na základe meraní bude mať mesto, ale aj občania informácie o stave ovzdušia a rôznych znečisťujúcich látok, čo môže zlepšiť aj rozhodovanie napr. pri urbanizácii. Mesto bude môcť takto získané údaje využiť vo svoj prospech napríklad pri plánovaní opatrení na zlepšenie kvality ovzdušia (naplánovanie kropenia miestnych komunikácií pre zníženie prašnosti), ale aj z dlhodobého hľadiska (výsadba zelene). Najväčším prínosom z pohľadu občanov budú parkovacie senzory, ktoré odbúrajú krúženie vozidiel hľadajúcich voľné parkovacie miesto, ktoré vďaka senzorum nájdú rýchlejšie. Zníži sa tým hustota cestnej premávky a množstvo kolíznych situácií. Získané dáta z parkovacích senzorov budú využité na štatistické sledovanie obsadenosti parkovísk, čo bude viesť k napomáhaniu vytvorenia stratégie v rámci budúcej parkovacej politiky mesta. Informácie o parkovaní podstatne znížia dopravnú zaťaženosť mesta najmä v ranných a poobedňajších hodinách. V kombinácii s LED panelmi a kamerovým systémom sa napomôže zlepšiť prejazdnosť mesta, nasmerovať vodičov na voľné parkovacie miesto a efektívnejšie odhaliť zle parkujúce vozidlá.

- 2.6 Z hľadiska bezpečnosti SMART riešenie prinesie prevenciu realizovanú pomocou kamerového systému a vytvárania pocitu v ľuďoch, že sú stále pod dohľadom. Tým mesto docielí nižšiu mieru kriminality (páchatelia budú vedieť, že ich trestný čin/priestupok dokáže byť rýchlo a efektívne odhalený. Kamerový systém prinesie aj sledovanie vozidiel a osôb. Vozidlá/osoby dokáže spárovať s údajmi z vlastnej databázy, resp. inými verejnými databázami. Analytické centrum následne vykoná analýzu, či sa nejedná o hľadané vozidlo/osobu. Automatická hláška upozorní následne pracovníka dokladového centra. Aj vďaka tomu sa mesto stane bezpečnejším. Z environmentálneho hľadiska dokáže mesto dopredu upozorniť obyvateľstvo na zlý stav ovzdušia spôsobený zvýšenou intenzitou dopravy, vplyvom počasia, či haváriou v priemyselných podnikoch v blízkosti mesta. Vo vybraných lokalitách budú nainštalované senzorové stanice, ktoré budú monitorovať minimálne prvky: prašnosť, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, vlhkosť, teplotu, hlučnosť, vibrácie. Informácie budú zdieľané v informačnej aplikácii. Mesto následne v krátkom čase cez mestský rozhlas a informačné platformy dokáže upozorniť obyvateľstvo, aby vykonalo potrebné kroky k tomu, aby sa ochránilo. Z hľadiska parkovania vie byť systém nápomocný tak, že ľuďom pomôžeme efektívne nájsť parkovacie miesto a predísť tak krúženiu po parkoviskách. Formou meracích senzorov sa bude monitorovať obsadenosť jednotlivých parkovacích miest v správe mesta. Nainštalované informačné LED panely budú následne poskytovať informácie o počte voľných parkovacích miest v jednotlivých lokalitách. Informácia bude zdieľaná aj v informačnej aplikácii. Predíde sa tým zbytočnému zahusťovaniu dopravy a vytváraniu kolíznych situácií v doprave. K tomu celému patrí aj šetrenie drahocenného času obyvateľov. SMART systém (IoT infraštruktúra) predstavuje systém a mechanizmus, ktorý dokáže vyššie uvedené agendy mesta riešiť komplexne a to formou poskytovania dát pre predikciu, resp. dát na smerovanie okamžitej nápravy. Mesto Šaľa bude využívať výstupy zo SMART riešenia (dáta získané prostredníctvom IoT) pri tvorbe a plánovaní budúcich politík. Bude sa jednať o nasledovné miestne politiky:

- 2.6.1 plánovanie budúcich investícií (napr. do prvkov upokojujania dopravy, do zvyšovania kvality ovzdušia - výstupy z IoT podsystemov)
- 2.6.2 úprava parkovacej politiky (reakcia na zvýšený pohyb áut po meste, ktoré hľadajú voľné parkovacie miesta - výstup z IoT podsystemu)
- 2.6.3 evidencia vozidiel dopravnými kamerami (meranie počtu vozidiel, špeciálne nákladných vozidiel nad 3,5 t, ako reakcia na zvýšenú hustotu dopravy prechádzajúcej cez mesto v rámci podsystemu Bezpečnosť)
- 2.6.4 zvýšenie informovanosti občanov mesta a návštevníkov (prostredníctvom informačného kanálu na webstránke mesta a mobilnej aplikácii cez podsystem Informačný kanál)
- 2.6.5 riešenie kvality ovzdušia v meste (budúce investície do opatrení na zlepšenie kvality ovzdušia, ako reakcia na výstupy podsystemu Životné prostredie)
- 2.6.6 prijatie koncepcií rozvoja, plánov investícií, VZN programových dokumentov (na základe dát zo senzorov, kamier a meraní) Z hľadiska kvantifikácie počtu priamych užívateľov výsledkov projektu považujeme za cieľovú skupinu predovšetkým obyvateľov mesta Šaľa.

Po zrealizovaní projektu dôjde k zlepšeniu kvality, štandardu a dostupnosti elektronických služieb verejnej správy pre občanov. Znamená to, že služby budú jednoduchšie a prehľadnejšie. Ich používanie prinesie občanom vyššiu pridanú hodnotu, získajú možnosť navigácie vo svojich

životných situáciách a podporu v rozhodovaní tak, aby žili kvalitnejší a lepší život, aby im služby pomáhali, a aby boli rýchle a personalizované.

### 3 CELKOVÝ ROZSAH PROJEKTU

#### 3.1 Architektúra celého projektu budovaného riešenia pozostáva:

3.1.1 hardvéru (výkonný server s dátovým úložiskom, senzory, senzorové stanice, LED displeje, kamery, infraštruktúra pripojenia periférií, infraštruktúra dohľadového centra);

3.1.2 licencií na softvér (softvér tretích strán);

3.1.3 programovania (programovanie umelej inteligencie – algoritmov, programovanie systému fungovania IoT platformy a jednotlivých modulov).

#### 3.2 V rámci riešenia bude vybudovaná IoT integračná a analytická platforma, ktorá bude predstavovať modulárne riešenie nasadené priamo v infraštruktúre mesta.

##### **Bezpečnosť**

#### 3.3 V rámci bezpečnosti budú SMART riešenia realizované mestskou políciou a budú pozostávať z:

3.3.1 inteligentnej kamery, ktorá zabezpečí rozpoznanie ŠPZ, identifikáciu typu motorového vozidla (nákladné auto, osobné auto, dodávka a pod.);

3.3.2 otočná kamera na sledovanie udalostí na verejných priestranstvách so 45x zoom;

3.3.3 FR kamera – kamera na rozoznanie tvárí;

3.3.4 dohľadové centrum;

3.3.5 analytické centrum.

#### 3.4 Bezpečnostný modul – kamery

Skladá sa z kamier, ktoré dokážu čítať EČV vozidiel, ich typ, farbu, smer jazdy a ako doplnok dokážu aj zmerať rýchlosť vozidla. Bezpečnostný modul obsahuje aj kamery na rozpoznanie tvárí, prostredníctvom ktorých je možné porovnať osobu s databázou hľadaných osôb a vyhodnotiť zhodu percentuálne. Dokáže zbierať aj poznávacie prvky či daný človek mal napríklad okuliare alebo ruksak a podľa toho vyhľadávať v databáze. Tretím prvkom sú otočné bezpečnostné kamery, ktoré dokážu klasifikovať objekt, počítať ľudí alebo prekročenie zóny, kam nemajú osoby oprávnený vstup. Kamery budú vybavené IR nočným prísvitom a až 45x približovaním. Existujúci kamerový systém mesta predovšetkým ten zastaraný bude prebudovaný. Väčšina existujúcich kamier zostane zachovaná. Časť sa vymení a doplnia sa nové kamery: FR kamery, otočné kamery, dopravné kamery.

#### 3.5 Bezpečnostný modul - vybudovanie centrálného dohľadového pracoviska

Súčasťou bezpečnostného modulu je vybudovanie centrálného dohľadového pracoviska, do ktorého budú integrované všetky kamery a IoT senzory na území mesta, tak aby pracovníci centra mali maximálny prehľad o dianí v meste. Do dohľadového systému budú integrované aj dopravné kamery a budú tak plniť aj funkcie v rámci zvýšenia bezpečnosti mesta. Pracovníci dohľadového centra budú môcť priradiť každej kamere úlohy, ktoré má monitorovať a vyhodnocovať ako trvalo, tak i flexibilne podľa potreby. Súčasťou vybudovania dohľadového centra je aj dodávka potrebnej infraštruktúry, hlavne serverov a sieťových prvkov potrebných pre analytické úlohy centra. Dohľadové centrum bude umiestnené na Mestskej polícii, ktorého súčasťou bude terminál, kde príslušníci MsP dokážu vyhľadávať pokročilým spôsobom na základe konkrétnych poznávacích prvkov (metadát), ktoré sú ukladané spolu so záznamom a tým sa zefektívni čas dohľadania incidentu. Dohľadové centrum bude mať nasledovné funkcionality:

3.5.1 Tvorba a zobrazovanie reportov – automatická tvorba pravidelných importov a export dát z/do úložiska, alebo manuálne spustenie analýzy, tzv. *ad hoc* reportov. Zobrazovanie reportov formou interaktívnych pracovných plôch. Bude sa jednať o rôzne prehľady, zostavy a štatistiky z dát, ktoré pochádzajú zo zdrojových systémov.

3.5.2 Vizualizácia živých náhľadov kamier a analytických výstupov – detailná vizualizácia udalostí, dokresľovanie súvisiacich objektov v konkrétnej scéne (napr. vyznačenie objektov, smer pohybu objektov, vizualizácia kolízie pri dopravnej situácii).

3.5.3 Vizualizácia na interaktívnej mape – vykresľovanie situácií a udalostí v reálnom čase, ktoré sú detekované systémom (napr. IoT detekcia výraznej zmeny hodnôt kvality ovzdušia, anomália v doprave, hľadané vozidlo, hľadaná osoba).

3.5.4 Export údajov – vizualizácie a reporty budú môcť byť sprístupnené aj tretím stranám prostredníctvom komponentu pre poskytovanie údajov.

### 3.6 Bezpečnostný modul – integračná platforma

Súčasťou bezpečnostného modulu je aj samotná integračná platforma (IoT platforma), ktorá ponúka trvalo udržateľnú IoT architektúru pre inteligentné riešenia. Platforma umožní integrovať a koncentrovať do jedného systému aplikácie tretích strán. Obsahuje sadu rozhraní pre rýchlu a efektívnu integráciu riešení a údajov do systému a zo systému, aby vďaka koncentrovaným a efektívnym údajom podporovalo rozhodovanie na báze údajov a faktov. Platforma ponúka veľké množstvo informácií, ktoré sa môžu prehľadne usporiadať a zobrazit' na jednej obrazovke na spoločnom prehľade. Vďaka IoT platforme bude mať mesto Šaľa na jednom mieste manažment všetkých inteligentných zariadení. V platforme je možné rozširovať dané zariadenia o ľubovoľné typy a ich charakteristiky (t. j. aj o zariadenia tretích strán), resp. dátové atribúty typu: meranie (telemetrické údaje, t. j. dáta v časových radoch), údaje o zariadení (dáta o zariadení), centrálné údaje o zariadení a jeho nasadení (napr.: GPS nasadenia), ako aj zdieľané údaje medzi zariadením a platformou. IoT platforma obsahuje centrálny server a databázu, kde všetky prvky systému uchovávajú dáta. Táto databáza je základom aj všetkých ostatných modulov ako neoddeliteľná súčasť, keďže sem sa ukladajú dáta aj z iných modulov.

IoT platforma bude mať nasledovné funkčné vlastnosti:

3.6.1 zber, prenos a vyhodnocovanie údajov;

3.6.2 otvorenosť - schopnosť integrovať dáta rôzneho typu pochádzajúce z rôznych zdrojov (vonkajších a vnútorných) a schopnosť rozširovať sa o ďalšie pripojené zariadenia k platforme (hardvérová a softvérová);

3.6.3 pripájať a paralelne spravovať údaje a udalosti z mnohých dátových zdrojov (senzorov, kamier, otvorených a verejných zdrojov);

3.6.4 spracovávať a vizualizovať zbierané údaje tak, aby poskytovali prehľady v reálnom čase pomocou výstupných zariadení (dohľadové centrum, mobilná aplikácia, webstránka, informačný LED panel);

3.6.5 analýza údajov s cieľom extrahovať informácie potrebné k rozhodovaniu, tvorba predikcií a analýz;

3.6.6 monitorovanie dôležitých ukazovateľov;

3.6.7 poskytovanie informácií občanom.

### 3.7 Platforma pre spracovanie a zber dát - komponent bude mať nasledovné vlastnosti a funkcionality:

Spracovanie dát z interných a externých IS – pôjde o integračnú vrstvu, ktorá zabezpečí komunikáciu s akýmkoľvek internými alebo externými systémami a bude zohrávať ústrednú úlohu pri aplikačnej integrácii celého riešenia. Bude zabezpečovať sprostredkovanie komunikácie medzi službami komponentov prostredníctvom správ, pričom zabezpečí transformáciu správ a ich obsahu, verifikáciu správ, ich spoľahlivé doručenie a zabezpečenie transparentnosti informácie o pripojených systémoch a technologických rozdieloch pre jednotlivé integrované aplikácie.

3.7.1 Spracovanie dát zo sensorov a zariadení - platforma bude otvorená pre zber a transformáciu dát do jednotnej podoby a pre ďalšie spracovanie z rôznych zdrojov dát (IoT senzory, zariadenia).

3.7.2 Manažment zariadení - centrálna správa IoT zariadení zabezpečí dohľad nad všetkými zariadeniami/zdrojmi dát, ktoré budú súčasťou navrhovaného riešenia.

3.7.3 Každé zariadenie bude mať jednoznačný identifikátor. Modul umožní zbierať systémové parametre zariadení určené pre monitorovanie zariadení a zároveň posielat' na zariadenia príkazy, menit' ich konfiguráciu, parametre a pod. Komunikácia so zariadeniami bude vďaka šifrovaným komunikačným protokolom a nastavenými autentifikačnými údajmi bezpečná.

### 3.8 Bezpečnostný modul – analytické centrum

Budovanie SMART city je o zbere veľkého množstva dát. Preto súčasťou riešenia je aj Analytické centrum, ktoré obsahuje výkonný počítač na vyhodnocovanie dát zbieraných zo senzorov či kamier. Spracovanie dát bude zabezpečené umelou inteligenciou podľa naprogramovaných algoritmov s vysokou škálovateľnosťou riešení podľa plánovanej a aktuálnej záťaže prichádzajúcich dát. Schopnosť okamžitého spracovania prichádzajúcich dát a ich okamžitého vyhodnotenia (vrátane vyvolania akcie) je podmienkou SMART city systému. Nakoľko bude množstvo prichádzajúcich dát veľké, databáza bude optimalizovaná na účel zberu dát a ich prístupnosť pre ďalšie spracovanie. Zároveň je nutné oddeliť okamžité spracovanie prichádzajúcich dát pre okamžité reakcie a dáta pre analytické účely (napr. prediktívna analýza), ako spracovanie/posielanie dát do iných systémov. Tento modul robí ďalšiu vrstvu dohľadu nad dianím v meste a dokáže upozorniť na aktuálne dianie, vyhodnotiť dáta a predpovedať na základe historických dát. Analytické centrum bude mať nasledovné vlastnosti a funkcionality:

- 3.8.1 Centrálna údajová základňa – predstavuje jednotné úložisko dát, ktoré zabezpečí priestor pre uchovávanie a archivovanie všetkých údajov zbieraných zo zariadení ako aj vytváraných analytickou a reportovacou platformou.
- 3.8.2 Normalizácia, validácia a analýza dát – vytváranie, testovanie a nasadzovanie IoT aplikácií alebo služieb pre spracovanie a transformáciu dát technikami vizuálneho programovania - pomocou jednoduchého drag & drop dizajnéra. Komponent musí umožniť zbierať dáta z akéhokolvek zdroja (senzory, kamery, aplikácie, atď.) a zároveň poskytovať zápis auditných záznamov celého systému. Musí umožniť tvoriť automatizované dátové toky pomocou prednastavených modulov a konektorov a validovať, čistiť, filtrovať a transformovať dáta. Komponent zabezpečí analýzu dát – bude ponúkať analytickú podporu pre rôzne typy úloh. Musí fungovať na princípe viacerých komponentov prípadne knižníc, ktoré vzájomne spolupracujú a riešia rôzne úlohy z oblasti štatistickej analýzy. Modul musí pokrývať široké spektrum spracovania dát, vrátane dávkového spracovania, či interaktívnych algoritmov. Zároveň musí ponúkať dobré možnosti horizontálnej a taktiež aj vertikálnej škálovateľnosti. Pre analýzu dát musí využívať prvky umelej inteligencie, data mininig (zber údajov), strojové učenie, deep learning a ďalšie technológie.
- 3.8.3 Sémantická analýza metadát z video analýzy – slúži pre rýchle a efektívne dohľadávanie udalostí v komplexných scénach (2 vozidlá {id:1, farba: čierna, typ: osobné, ečv: xx123ZZ, značka: škoda, id:2, farba: červená, typ: nákladné, ečv: ZZ444CC, značka: Scania}, udalosť: havária, čas: 13:00:33, zdroj: "kruhový objazd SEVER")
- 3.8.4 Sémantická analýza vyhľadávania komplexných udalostí kombinácie rôznych výstupov (IoT + video analýza). Zber údajov zo senzorov životného prostredia CO2 v konkrétnej lokalite + počet nákladných áut v konkrétnej scéne v rovnakom čase môže vytvoriť nové dynamické modely strojového učenia pre možnosť predikcie situácií zvýšenia výskytu splodín z dôvodu zvýšenia dopravnej situácie.
- 3.8.5 Alarmy a notifikácie – tvorba pravidiel rozhodovania a riadenia toku informácií. Zabezpečí rozhranie pre definíciu a nastavenie biznis pravidiel a vykonania riadiacich aktivít. Umožní zasielanie notifikácií prostredníctvom email/SMS a iných prednastavených možností prenosu malých správ (MQTT) zodpovedným osobám alebo e-mailov a systémových alarmov.
- 3.8.6 Fyzicky budú kamery pripojené do siete Mestskej polície cez vytvorené komunikačné rozhranie (vrátane sieťových bezpečnostných prvkov) – softvérový prvok nainštalovaný na samostatnom serveri, ktoré zabezpečí preposlanie analytických údajov do centrálnej integračnej a analytickej platformy.

### **Životné prostredie**

#### **3.9 Modul Životné prostredie**

Modul je určený pre meranie environmentálnych veličín, najmä kvality ovzdušia. Modul obsahuje senzory určené na meranie veličín, ktoré budú rozložené na vybraných lokalitách v meste. Do modulu je zaradená aj infraštruktúra siete zberných bodov dát (IoT Gateway), čo predstavuje anténu, resp. technológiu, ktorá zbiera údaje zo senzorov. Tieto senzory môžu byť rozložené na vzdialenejších miestach mesta bez dostupnosti elektrickej siete, keďže na prevádzku nepotrebujú elektrickú energiu, ale dokážu roky fungovať na batériách. Zberné body využívajú aj iné moduly na zber dát, takže sú základným prvkom celého riešenia, ktoré sadá použiť na budúce aplikácie. Predmetom environmentálneho merania budú nasledovné veličiny:

- 3.9.1 Prachové častice PM5 a PM10
- 3.9.2 Plyny NO2, SO2, CO2, O3
- 3.9.3 Meteorologické údaje – teplota a vlhkosť vzduchu
- 3.9.4 Hlučnosť, vibrácie
- 3.10 Osadenie meracích jednotiek na sledovanie environmentálnych parametrov sa bude realizovať na frekventovaných miestach. Mesto vďaka efektívne nastavenej sieti senzorov získa potrebný prehľad o stave ovzdušia a lokálnych a sezónnych vplyvoch na jeho kvalitu. Vďaka tomu dokáže prijímať efektívnejšie opatrenia a prijímať politiky v oblasti životného prostredia v budúcnosti. Občan získa aktuálnu informáciu z konkrétnej oblasti a v prípade potreby je možné údaje na IoT platforme dátovo kontrolovať a kalibrovať voči referenčným údajom z iných autorít (napr. SHMÚ).
- 3.11 Z technického pohľadu bude riešenie zostavené z:
  - 3.11.1 Meteostanica – zabezpečujúca monitorovanie teploty, vlhkosti;
  - 3.11.2 Zariadenie pre indikatívne merania kvality ovzdušia (NO2, SO2, NO, CO2, O3 a PM2,5/10);
- 3.12 Prenos údajov zo senzorov bude zabezpečená prostredníctvom IoT siete.

### **Parkovanie**

- 3.13 Modul Parkovanie
 

Modul IoT obsahuje senzory, ktoré sa montujú na každé jedno parkovisko a parkovacie miesto, ktoré chceme monitorovať. Jedná sa o zariadenie (senzor) zapustené do zeme, ktoré nepotrebuje externé napájanie, nakoľko obsahuje batériu. Pomocou senzorov vieme monitorovať parkovacie miesta v meste a ich obsadenosť. Časťou modulu sú LED informačné tabule, ktoré budú informovať o voľných parkovacích miestach na parkoviskách a tým manažovať dopravu. Senzory z parkovania budú napojené na IoT platformu cez IoT Gateway. IoT senzory a zariadenia pre zber dát budú mať nasledovné vlastnosti a funkcionality:

  - 3.13.1 Komunikačná sieť pre prenos dát do centrálnej platformy. Sieť zabezpečí zber a transformáciu dát do jednotnej podoby pre ďalšie spracovanie. Jedná sa o hardvérové zariadenia (IoT Gateway), ktoré bude potrebné inštalovať v určitej hustote, aby bolo zabezpečené pokrytie daného územia, z ktorého je potrebné získavať údaje. Vybudovanie v danej lokalite bude súčasťou riešenia.
  - 3.13.2 Na komunikáciu je možné využiť optickú sieť mesta alebo IoT bezdrôtovú sieť, LoRa, ktorá je otvoreným štandardom.
- 3.14 Parkovanie bude monitorované na nasledovných parkoviskách (367 parkovacích miest):
  - 3.14.1 záchytné parkovisko Hlavná ulica – 84 parkovacích miest (2 miesta pre imobilných)
  - 3.14.2 parkovisko Pešia zóna pred Okresným úradom – 34 parkovacích miest (2 miesta pre imobilných)
  - 3.14.3 záchytné parkovisko Dolná ulica – 71 parkovacích miest (3 miesta pre imobilných)
  - 3.14.4 parkovisko za budovou MsÚ – 28 parkovacích miest (1 miesto pre imobilných)
  - 3.14.5 parkovisko pred cintorínom v Šali – 50 parkovacích miest (0 miest pre imobilných)
  - 3.14.6 parkovisko pri MsKS – 50 parkovacích miest (0 miest pre imobilných)
  - 3.14.7 parkovisko pri športovej hale – 50 parkovacích miest (0 miest pre imobilných)
- 3.15 Senzory budú prepojené cez IoT sieť na dátové a analytické centrum. Výstup bude zverejnený na LED informačných paneloch v meste, ktoré zobrazia informácie o parkovacích miestach.

### **Informovanie verejnosti**

- 3.16 Modul informačný kanál
 

Modul slúži pre zverejnenie dát z IoT platformy pre občanov (dáta zozbierané v rámci modulov). Úroveň informovanosti sa rieši v zmysle platnej legislatívy. Sem patrí webstránka mesta, kde sa budú



dáta z jednotlivých modulov zobrazovať v užívateľsky prijateľnom prostredí. Ďalej sem patrí aj mobilná aplikácia pre zobrazovanie rovnakých dát. Okrem výstupov z IoT platformy bude možné do aplikácie zahrnúť aj informácie z iných agend spravovaných mestom, ale aj ďalšie informácie o pripravovaných podujatí a pod.

### 3.17 Budované aplikačné služby

Poskytnutie údajov o kvalite životného prostredia, parkovaní a dopravnej situácii - súčasťou SMART riešenia bude vytvorenie služby pre poskytovanie informácií. Informácie budú predstavovať výstupy zo senzorov a meračov, ktoré budú spracované v rámci IoT platformy (dátového a analytického centra). Údaje budú poskytované konečným užívateľom - občanom mesta a návštevníkom mesta prostredníctvom webovej stránky a informačných LED panelov.

### 3.18 Verejný prístup k získaným výstupným dátam bude zabezpečený nasledovne:

3.18.1 zverejnením výstupných údajov spracovaných v užívateľskom formáte vo forme dashboard na webovej stránke mesta - vid' koncová služba "Poskytovanie údajov o kvalite životného prostredia, parkovaní a dopravnej situácii v meste Šaľa";

3.18.2 poskytovaním výstupných údajov spracovaných v užívateľskom formáte prostredníctvom LED tabúľ vo vybraných lokalitách na území mesta Šaľa;

3.18.3 elektronickou poštou na požiadanie do emailovej schránky žiadateľa alebo do schránky na portáli slovensko.sk;

3.18.4 zverejňovaním výstupných údajov v otvorenom strojovo čitateľnom formáte vytvorené podľa štandardov s úplnými a štandardizovanými metadátami alebo ontológie využívajúce jedinečné referencovateľné identifikátory P0945: Počet zavedených prvkov internetu vecí na podporu prioritných oblastí v mestách a verejnej správe (ukazovateľ vyjadruje počet senzorov a ďalších prvkov internetu vecí implementovaných v mestách slúžiacich na získavanie dát v rámci prioritných oblastí) – počet spoločne: 406 (jedná sa o parkovacie senzory v počte 367 ks, senzorové stanice na monitorovanie ŽP v počte 8 ks, kamery v počte 31 ks).

### 3.19 Počet za jednotlivé dotknuté oblasti:

3.19.1 manažment statickej dopravy - 367 ks parkovacích senzorov, z toho počet parkovacích miest určených pre osoby s ťažkým zdravotným postihnutím: 8;

3.19.2 lokálne environmentálne ukazovatele (hlučnosť, prašnosť, emisie znečisťujúcich látok a prvkov, teplota, vibrácie a pod.) - 8 (8 setov senzorových staníc);

3.19.3 zvýšenie úrovne bezpečnosti na verejných miestach (inteligentné kamerové systémy s analýzou obrazu, zvukov a pod.) – počet v tomto prípade vychádza kumulatívne z počtu kamier pre reguláciu dopravy a manažment statickej dopravy (kamerové systémy zabezpečia funkčnosť pre viaceré oblasti): 31 (9 ks dopravných kamier, 16 ks kamier na rozoznávanie tváří a 6 ks otočných kamier);

3.19.4 tvorba, resp. manažment verejných politík – počet sumarizuje všetky oblasti a je totožný so sumárnym počtom vzhľadom na to, že ide o prierezovú oblasť.

#### **Doplňujúce informácie**

3.20 Mesto Šaľa sa nezapojilo do národného projektu „eInklúzia prostredníctvom komplexného elektronického riešenia problematiky parkovania osôb s ťažkým zdravotným postihnutím.

3.21 Súčasťou technologického SMART riešenia nebude využitie cloudových služieb „platforma ako služba“ (PaaS) a „infraštruktúra ako služba“ (IaaS) podľa katalógu cloudových služieb. Dáta budú ukladané na výkonný server s dátovým úložiskom, ktorý je súčasťou budovanej IoT architektúry.

## **4 ZÁKLADNÝ OPIS PREDMETU ZÁKAZKY**

4.1 Predmetom zákazky je dodanie riešenia Smart city pre Mesto Šaľa - budovanie komplexnej IKT platformy v rámci mesta zameranej na prepojenie informačných systémov na rôznych úrovniach, vrátane externých senzorov a zariadení potrebných pre získavanie a poskytovanie dát (ďalej len „**predmet zákazky**“). Vďaka tomu sa zefektívni fungovanie mesta a zlepší komunikácia s občanmi, verejnosťou. Týmto sa mesto priblíži k SMART myšlienke svojho fungovania.

4.2 Predmet zákazky je rozdelený na 2 dve samostatné časti, a to:

#### 4.2.1 **Časť I.:**

Dodanie tovaru pre riešenie smart city mesta Šaľa (potrebný hardvér, kamery na rozpoznávanie tvárí, ŠPZ, otočné, parkovacie senzory, meteostanice, senzorové stanice, LED panely, servery) s príslušenstvom, a nevyhnutného štandardizovaného (tzv. „krabicového“) softvéru a potrebných licencií vrátane montáže, umiestnenia dodávaného tovaru a realizácia stavebných prác súvisiacich s napojením HW do internetovej siete a siete elektrickej energie v súlade so špecifikáciou uvedenou v prílohe č. B.1 Podrobná špecifikácia predmetu zákazky pre časť I.;

#### 4.2.2 **Časť II.:**

Dodanie softvérového diela - IoT platformy, spočívajúce v analýze, dizajne riešenia, implementácii riešenia, testovaní, nasadení zapojením odborných kapacít IT špecialistov, vývoj aplikácii - riešenia smart city mesta Šaľa v súlade s prílohou B.2 Podrobná špecifikácia predmetu zákazky pre Časť II. predmetu zákazky (programovanie umelej inteligencie – algoritmov, programovanie systému fungovania IoT platformy a jednotlivých modulov).

Výsledkom dodania oboch častí predmetu zákazky má byť posun Mesta Šaľa smerom k inteligentným riešeniam využiteľným pri riadení v aspekte budovania trvalo udržateľnej IoT architektúry. Týmto sa Mesto Šaľa stane SMART mestom, t. j. mestom 21. storočia. Vytvoria sa hardvérové ako aj softvérové predpoklady implementácie informačných systémov inteligentného mesta do štruktúry jeho fungovania. Systémy budú zamerané na bezpečnosť, životné prostredie, parkovanie a informovanie verejnosti, teda na oblasti, v ktorých sa zvyšujú nároky občanov na, kvalitu, spôsob a poskytovanie služieb a informácií.

#### 4.3 **Podrobný opis vrátane minimálnych požiadaviek na funkčné a výkonnostné parametre položiek tvoriacich jednotlivé Časti predmetu zákazky a informácie o ďalších požiadavkách a súvisiacich službách sú uvedené v Prílohe č. B.1 Podrobná špecifikácia predmetu zákazky pre Časť I. predmetu zákazky a v Prílohe č. B.2 Podrobná špecifikácia predmetu zákazky pre Časť II. predmetu zákazky.**

#### 4.4 Verejný obstarávateľ odporúča pre správne pochopenie predmetu jednotlivých častí zákazky a časových súsledností detailné naštudovanie oboch častí predmetu zákazky. Predmet zákazky vychádza zo štúdie uskutočniteľnosti zverejnenej na <https://metais.vicepremier.gov.sk/studia/detail/d630afa0-ba82-ed33-3c00-4abe41c5f5de?tab=basicForm>.

## 5 MIESTO A TERMÍN DODANIA PREDMETU ZÁKAZKY

### 5.1 Miesto dodania predmetu zákazky:

5.1.1 **Časť I. predmetu zákazky:** Realizácia projektu z hľadiska lokalizácie sa uskutoční na území mesta Šaľa, teda v katastrálnom území mesta Šaľa, ktoré je tvorené samotným mestom Šaľa a mestskou časťou Veča, osadami Hetméň a Kilič. Mesto má len jedno katastrálne územie. Výber lokalít riešenia prebehol v zmysle identifikácie oblastí riešenia, pričom vybrané boli najexponovanejšie lokality, tak aby pokrývali najkritickejšie miesta, alebo miesta, ktoré sú dnes bez pokrytia kamier - pre oblasť bezpečnosť, miesta, ktoré sa nachádzajú pri potenciálnych zdrojoch znečistenia - oblasť životné prostredie. Detaily lokalít sú zobrazené na mape SMART prvkov mesta Šaľa, ktorá sa nachádza na tomto linku:

<https://metais.vicepremier.gov.sk/studia/detail/d630afa0-ba82-ed33-3c00-4abe41c5f5de?tab=basicForm>

5.1.2 **Časť II. predmetu zákazky:** IT infraštruktúra verejného obstarávateľa

### 5.2 Lehota plnenia predmetu zákazky

5.2.1 Časť I. predmetu zákazky: 10 mesiacov od nadobudnutia účinnosti zmluvy.

5.2.2 Časť II. predmetu zákazky: 17 mesiacov od nadobudnutia účinnosti zmluvy.

### 5.3 Podrobné informácie o podmienkach dodania predmetu zákazky sú uvedené v Časti E. Obchodné podmienky týchto súťažných podkladov.

## 6 ĎALŠIE POŽIADAVKY PREDMET ZÁKAZKY A SÚVISIACE SLUŽBY

- 6.1 Všetky tovarové položky musia byť nové, nerepasované a nepoužívané.
- 6.2 Súčasťou dodávky oboch Častí predmetu zákazky a príslušenstva musí byť poskytnutie súvisiacich služieb, ktoré sú bližšie definované v Prílohe č. B.1 Podrobná špecifikácia predmetu zákazky pre Časť I. predmetu zákazky a v Prílohe č. B.2 Podrobná špecifikácia predmetu zákazky pre Časť II. predmetu zákazky.
- 6.3 Realizácia časti II. predmetu zákazky bude prebiehať v zmysle platnej vyhlášky UPVII č. 85/2020 o riadení projektov. V zmysle predmetnej vyhlášky bude projekt rozčlenený do jednotlivých fáz, ktoré spolu tvoria životný cyklus projektu: prípravná fáza projektu, iniciačná fáza projektu, realizačná fáza projektu a dokončovacia fáza projektu. Hlavné aktivity:
- 6.3.1 Analýza a dizajn - v dĺžke trvania sumárne 4 mesiacov, pričom táto etapa bude zahŕňať: detailný plán riešenia a návrh testov,
  - 6.3.2 Nákup HW a krabicového softvéru (technických prostriedkov, programových prostriedkov) a služieb - v dĺžke trvania priebežne počas 10 mesiacov, ktorá je predmetom časti I predmetu zákazky
  - 6.3.3 Implementácia - v dĺžke trvania priebežne počas 14 mesiacov, pričom táto etapa bude zahŕňať vývoj, migrácia údajov a integráciu,
  - 6.3.4 Testovanie - v dĺžke trvania priebežne počas 6 mesiacov, pričom táto etapa bude zahŕňať: testovanie, školenia personálu a vytvorenie dokumentácie
  - 6.3.5 Nasadenie - v dĺžke trvania priebežne počas 8 mesiacov, pričom táto etapa bude zahŕňať: inštaláciu HW a SW, nasadenie do produkcie a preskúšanie a akceptáciu spustenia do produkcie.
- 6.4 Na záver po zrealizovaní jednotlivých aktivít projektu prebehne kontrola a protokolárne prevzatie, zaradenie do majetku, poistenie zhodnotenia majetku.
- 6.5 Základným princípom projektu je demonštrovať schopnosť IoT platformy (časť II predmetu zákazky) pospájať do jedného systému viacero riešení od rôznych výrobcov.
- 6.6 Riešenie umožňuje vytvárať a prevádzkovať vlastné aplikácie a rovnako dobre umožní integrovať a koncentrovať do jedného systému aplikácie tretích strán (napr. parkovanie).
- 6.7 Aby sa zabránilo vendor lock-in, verejný obstarávateľ požaduje, aby sa integrované riešenia napájali do systému formou open-source komponentov, alebo iných softvérových častí, tak aby systém vďaka tejto vlastnosti umožní vymeniť dodávateľa ktorejkoľvek služby, bez priameho dopadu na celkový chod systému.
- 6.8 Všetky údaje získané prostredníctvom IoT prvkov budú majetkom Mesta Šaľa.
- 6.9 Navrhovaný projekt je v súlade so zákonom č. 305/2013 Z. z. o elektronickej podobe výkonu pôsobnosti orgánov verejnej moci a o zmene a doplnení niektorých zákonov (zákon o e-Governmente). Verejný prístup k získaným výstupným dátam bude prostredníctvom zverejnenia výstupných údajov spracovaných v užívateľskom formáte vo forme dashboard na webovej stránke mesta realizovaný v súlade so zákonom č. 95 /2019 Z. z. o informačných technológiách vo verejnej správe a o zmene a doplnení niektorých zákonov a vyhláškou UPVII č. 78/2020 Z. z. o štandardoch pre informačné technológie verejnej správy.
- 6.10 Záručná doba na predmet zákazky je 60 mesiacov, pokiaľ nie je inde uvedené inak.
- 6.11 Podmienky poskytovania podpory budú realizované v súlade so štúdiom uskutočniteľnosti.



## Príloha č. B.2 Podrobná špecifikácia predmetu zákazky

### Časť II. predmetu zákazky

#### **1 ZÁKLADNÝ OPIS PREDMETU ZÁKAZKY**

- 1.1 Predmetom zákazky je dodanie IKT platformy pre riešenie smart city mesta šaľa (ďalej spolu len „predmet zákazky“).
- 1.2 IKT platforma bude pozostávať IoT dátového centra a štyroch modulov. Centrálna mestská IoT platforma bude vykonávať spracovanie a analýzu dát. Ide o zabezpečovanie výstupov pre dohľadové centrum, ale aj analýzy a predikcie pre smerovanie politik mesta, či realizáciu akcie na konkrétnu situáciu. IoT platforma umožní integrovať a koncentrovať do jedného systému aplikácie tretích strán, ktoré ako hardvér a softvér vytvoria jednotlivé moduly. Riešenie umožní vytvárať a prevádzkovať vlastné aplikácie a rovnako dobre umožní integrovať a koncentrovať do jedného systému aplikácie tretích strán. Vďaka týmto schopnostiam je riešenie ideálne z pohľadu dlhodobej udržateľnosti. Samotné vybudovanie IoT platformy bude zaradené k modulu Bezpečnosť. Úlohou modulu Bezpečnosť bude vykonávať dohľad nad bezpečnosťou v meste. Využije pritom prvky existujúceho kamerového systému, ktorý bude doplnený o nové kamery. Modul bezpečnosť bude obsahovať dopravné kamery, bezpečnostné kamery a videostenu.
- 1.3 Modul Životné prostredie bude zameraný na inštaláciu senzorov, ktoré budú v rámci mesta zbierať údaje o environmentálnych veličinách: úrovne prašnosti, plynov (emisiách skleníkových plynov) a meteorologických veličín.
- 1.4 Modul Parkovanie bude zameraný na manažovanie parkovania a dopravy v meste. Prostredníctvom senzorov bude monitorovaná obsadenosť parkovacích miest a prostredníctvom informačných tabúľ budú vodiči navigovaní k zaparkovaniu. Tým sa ušetrí čas potrebný na hľadanie voľného miesta.
- 1.5 Modul Informačný kanál bude sprostredkovať informácie zo zariadení a senzorov verejnosti. Bude sa jednať o komunikačnú platformu pre zobrazovanie údajov, ale aj výstupov agend mesta smerom k občanom. Týmto sa prispeje k zvýšeniu štandardu a dostupnosti služieb mesta občanom a k zvýšeniu používania inteligentných riešení pri správe mesta z hľadiska bezpečnosti, životného prostredia a parkovania. Dosiahne sa tak vytvorenie inteligentného mesta za využitia internetu vecí pre verejnú správu.

#### **2 POŽADOVANÉ TECHNICKÉ (FUNKČNÉ A VÝKONNOSTNÉ) PARAMETRE A SÚVISIACE CHARAKTERISTIKY**

Uchádzačom ponúkaný predmet zákazky musí spĺňať nasledovné minimálne požiadavky na funkčné a výkonnostné parametre:

##### **2.1 Moduly**

###### **2.1.1 Bezpečnosť**

Modul zahŕňa integráciu platforiem pre získanie živého náhľadu z kamier pripojených do systému a k nim príslušných zariadení na archiváciu video záznamov. Súčasťou modulu je centrálna integrácia hlavných častí infraštruktúry ako Aplikačný server, Analytický server a klientské aplikácie. Hlavnou náplňou bude monitorovanie konkrétnych regiónov kamerovým systémom, vizualizácia živých náhľadov na video stene. Analýza obrazu a udalostí vyplývajúce zo zadania. Centralizovaný automatický notifikačný systém zabezpečuje interaktívnu informovanosť o vzniknutých udalostiach. Užívateľ je schopný z jedného miesta riadiť všetky kamery (manuálne otáčanie kamier, automatické otáčanie kamier z dôvodu trasovania objektu záujmu).

Medzi hlavné súčasti patria:

2.1.1.1 Aplikačný server

2.1.1.2 Klientská aplikácia (CMS)

2.1.1.3 Analytický server

## 2.1.2 Životné prostredie

Modul zahŕňa integráciu platformy IoT pre potreby komunikácie medzi zariadeniami, integračnú platformu pre potreby preposielania nameraných údajov na rôzne endpointy podľa potreby (databáza, analytický server). Pre riadenie a manažment jednotlivých zariadení, monitorovaných oblastí je potrebné využiť nasledujúce moduly:

2.1.2.1 Klientská aplikácia (CMS)

- manažment zariadení (pridávanie, editácia zariadení a ich vlastností)
- vizualizácia nameraných hodnôt na interaktívnej mape (heatmapa, stav zariadení)
- vizualizácia stavu zariadení na interaktívnej mape
- nastavenie rozvrhu akcií (zapnutie, vypnutie, intenzita osvetlenia) pre jednotlivé oblasti (časti obce)

2.1.2.2 IoT modul

- komunikácia medzi zariadeniami a centrárou pre získanie relevantných informácií v relatime režime
- nastavenie jednotlivých vlastností pre konkrétne zariadenie

## 2.1.3 IoT (informačné LED tabule)

Hlavnou náplňou LED tabule, je správne informovať verejnosť o možných udalostiach ako napríklad výstraha znečistenia ovzdušia v konkrétnej mestskej oblasti, stav (voľné – obsadené) a počet parkovacích miest, prekročenie rýchlosti vozidla. Modul zahŕňa integráciu platformy IoT pre potreby komunikácie medzi jednotlivými tabulami a centrálnym systémom. Pre riadenie a manažment jednotlivých zariadení je potrebné využiť nasledovné moduly:

2.1.3.1 Klientská aplikácia (CMS)

- manažment zariadení (pridávanie, editácia zariadení a ich vlastností)
- Editácia grafického výstupu, ktorý sa má zobrazit' na LED panely
- vizualizácia stavu zariadení na interaktívnej mape (poškodená, vypnutá, v poriadku)
- nastavenie sledu udalostí (zobrazenie konkrétneho grafického výstupu pri prekročení rýchlosti na kamere 3, zobrazenie počtu voľných parkovacích miest ak sa zobrazí EČV pri vchode na parkovisko)

2.1.3.2 IoT modul

- komunikácia medzi zariadeniami a centrárou pre získanie relevantných informácií v relatime režime
- nastavenie jednotlivých vlastností pre konkrétne zariadenie

## 2.1.4 Parkovanie

Služi na analýzu zaplnenosti parkovacích miest a informovanosť verejnosti za pomoci prepojenia na LED tabule. Modul zahŕňa integráciu platformy IoT pre potreby komunikácie medzi jednotlivými zariadeniami a centrálnym systémom. Komunikačnú platformu pre potreby

komunikácie medzi LED tabulami a centrálnym systémom. Pre riadenia a manažment jednotlivých zariadení je potrebné využiť nasledovné moduly:

#### 2.1.4.1 Klientská aplikácia (CMS)

- manažment zariadení (pridávanie, editácia zariadení a ich vlastností)
- vizualizácia stavu zariadení na interaktívnej mape (obsadené, voľné parkovacie miesta)
- Vizualizácia stavu na interaktívnej mape vo forme počtu voľných parkovacích miest

#### 2.1.4.2 IoT modul

- komunikácia medzi zariadeniami a centrálou pre získanie relevantných informácií v relatívne režime
- nastavenie jednotlivých vlastností pre konkrétne zariadenie

#### 2.1.4.3 Analytický modul

- za pomoci historických udalostí z každého zariadenia je možné postaviť model strojového učenia, ktorý s veľkou presnosťou bude analyzovať hodiny a počty obsadenosti, podľa ktorých je možné posunúť informácie pre ďalšie procesy a interaktívne sa zapájať do chodu dopravy v obci (predikcia obsadenosti v konkrétnych dňoch a hodinách, heatmapa najviac obsadzovaných miest)

#### 2.1.5 Informačný kanál

Modul zahrňuje integráciu komunikačnej platformy pre potreby komunikácie medzi centrálnou databázou a službami tretích strán podľa potreby. Zbieranie nameraných údajov z IoT zariadení, analýza parkovania. Ku všetkým potrebným informáciám je možné sa dostať len za pomocou komunikačnej platformy, ktorá zabezpečuje komunikáciu medzi užívateľom a centrálnym systémom, poskytuje bezpečné pripojenie.

### 2.2 Architektúra riešenia

Modulárne riešenie založené na škálovateľnosti systému a hardwarových zariadení podľa potrieb. Podpora OS by mala byť minimálne pre OS alebo Linux s grafickým rozhraním podľa potrieb. Medzi hlavné časti systému patria:

- Aplikačný server
- Klient
- Analytický server
- Moduly (služby)
  - Kamery
  - Inteligentné nahrávacie zariadenia
  - Video stena
  - I/O
  - IoT
  - LED tabule
  - Informačný kanál

#### 2.2.1 Aplikačný server

Jeho hlavným prínosom je centralizovanie služieb potrebných pre chod modulov a komunikácie medzi nimi. Architektúra systému je multi-platformová čo zaručuje využitie u väčšiny zákazníkov. Medzi hlavné služby patrí:

- Správa notifikácií – prijímanie mikrotransakcií a ich spracovanie pre ďalšie procesy;
- Služby pre správu interaktívnej mapy a udalostí – vizualizácia udalostí a layerov na mape;

- Správa IoT služieb (network server) – prijímanie a spracovanie payloadu jednotlivých zariadení;
- Messaging – prijímanie, preposielanie a stabilizácia prenosu správ medzi modulmi a službami;
- Správa Relačných databáz – zápis a čítanie záznamov;
- Správa integračnej platformy – prijímanie správ MQTT, RESTAPI a ich spracovanie pre ďalšie procesy;
- Správa komunikačnej platformy – prijímanie a spracovanie dát (load balancing medzi službami a nodes);
- Integrované služby tretích strán pre podporu rozširujúcich modulov (podpora spracovania metadát z „neinteligentných“ zariadení. (ACC 7, DSS).

#### 2.2.1.1 Správa notifikácií

Služi na prijímanie a spracovanie mikrot transakcií z modulov a služieb pripojených do systému. Každý úkon, služba, proces, zásah do systému (interakcia užívateľa) sa v systéme zapisuje do dopredu pridelených tabuliek, ktoré slúžia pre správu systému. V prípade multi klientského riešenia je možné definovať role pre užívateľov, aký typ správy môže dostať a ku ktorým je možné interaktívne reagovať. Prenos mikrot transakcií zabezpečuje protokol MQTT, ktorého manažment je riadený za pomoci distribučnej streamovacej platformy Apache Kafka alebo RabbitMQ, alebo obdobnej platforme, ktorá je rýchlym, škálovateľným a distribuovaným systémom správ odolný voči chybám. Systém musí umožňovať komunikáciu medzi modulmi a službami v reálnom čase, musí mať vysokú dostupnosť, okamžité automatické obnovenie po zlyhaní uzlov a podpora doručenia správ s nízkou latenciou. Každá služba, modul, proces v moduloch má možnosť preposlať transakcie k rôznym modulom paralelne pre potreby dodatočného spracovania.

Príklad:

Ako napríklad spracovanie obrazu a rozpoznávanie nákladných vozidiel a EČV.

##### EČV na čiernej listine

- Rozpoznané EČV sa nachádza v čiernej listine.
- Proces kategorizácie EČV automaticky prepošle správu do hlavného modulu „Integračnej platformy“, ktorá ďalej rozpošle informáciu o danej EČV všetkým klientom s pridelenou rolou.
- Na obrazovkách každého z klientov sa zobrazí notifikácia s prioritou „Výstraha“ a s doplňujúcou informáciou o zaevidovaní vozidla s EČV na čiernej listine.
- V tom istom čase sa správa z integračnej platformy s informáciami o kamere (kamerách v okolí) prepošle do bezpečnostného modulu a mapového modulu, ktorý následne zobrazí všetky kamery v okolí na hlavnej obrazovke u každého z klientov s prideleným právom „FocusOn“ a zobrazí a zvýrazní kamery na interaktívnej mape

##### Typ vozidla zakázané v oblasti

- Obraz a identifikátor z kamery sa pomocou mikrot transakcie prepošle do „Integračnej platformy“
- Z integračnej platformy sa prepošlú získané metadatumy obrazu do analytického servera
- Analytický server spracuje vstupný obrázok (kategorizácia objektov, počet objektov, lokalizácia objektov)
- Následne analytický server pomocou mikrot transakcií prepošle potrebné informácie späť do integračnej platformy, ktorá rozšíri informáciu o detekovanom type vozidla ku každému klientovi, kde sa zobrazí príslušná notifikácia s možnosťou interakcie



- V tom istom čase sa správa z integračnej platformy s informáciami o kamere (kamerách v okolí) prepošle do bezpečnostného modulu a mapového modulu, ktorý následne zobrazí všetky kamery v okolí na hlavnej obrazovke u každého z klientov s prideleným právom „FocusOn“ a zobrazí a zvýrazní kamery na interaktívnej mape
- Získané metadata sa zapisujú automaticky do nerelačnej databázy a za pomoci komunikačnej platformy sa potrebné dáta prepošlú aj do relačných databáz pre potreby prepojenia identifikátorov obrazu pre ďalšie potreby napríklad (vyhľadávanie konkrétnej udalosti aj s jej metadataми (typ vozidla, smer vozidla, farba vozidla, lokalizácia vozidla, počet objektov na snímke, atď.)

#### 2.2.1.2 Služby pre správu interaktívnej mapy a udalostí

Slúži na vizualizáciu udalostí a interakciu s užívateľom pri vzniknutých udalostiach priamo na mape alebo pôdoryse. Riešenie je postavené na server/client architektúre, kde na strane servera sú spustené služby REST API, ktoré slúžia na komunikáciu medzi užívateľom a jednotlivými komponentami na mape. Taktiež je tu spustená služba pre online interakciu mapy s vonkajším svetom pre prípad ak je za potreby získať doplňujúce informácie priamo na mape ako napríklad (vykreslenie trasy objektu, zobrazenie bodov záujmu na mape alebo pôdoryse). Na strane klienta je samotná vizualizácia mapy s príslušnými komponentami. Mapa poskytuje možnosť manažmentu viac-úrovňových vrstiev. Na strane klienta môže byť mapa v režime offline (mapa nie je updatovaná z vonkajšieho sveta, ale je možné sa dotazovať k jednotlivým vrstvám a tak získať podrobné informácie a tie vizualizovať za behu). Každá z vrstiev je samostatná jednotka, ktorá môže reprezentovať rôzne úrovne mapy ako napríklad

- Pôdorys
- Mapa oblasti
  - Pozície zariadení na mape (GPS súradnice)
  - Stav zariadení a vizualizácia stavu (červená – odpojené zariadenie, výkričník – vzniknutá udalosť)
  - Vyznačené oblasti a ich vizualizácia na základe úrovne výstrahy – zvýraznenie celej oblasti farbami zodpovedajúcimi ku konkrétnym udalostiam
  - Heatmapa – zvýraznenie oblastí pomocou heatmapy, ktorej získané hodnoty sú z realtime analýz meracích zariadení (životné prostredie, znečistenie ovzdušia )

#### 2.2.1.3 Správa IoT služieb

Komunikačná platforma je plne podporovaná s customizáciou obsahu správ, čo dáva modulu IoT možnosť slobodne narábať s prichádzajúcimi a odchádzajúcimi správami podľa potreby užívateľa. Pridanou hodnotou riešenia je centralizovaný manažment všetkých zariadení a služieb potrebných pre chod IoT. Týmto prístupom sa dosiahne možnosť manažmentu celej platformy a zariadení z jedného miesta ako napríklad v CMS. Napríklad pridávanie/zmazanie/editácia zariadení a ich vlastností ( GPS lokácia, typ merania, prahové hodnoty a k nim príslušné výstupy podľa podpory systému ( nastavenie notifikácii a linkovanie udalostí k zariadeniam v rámci IoT komunikácie, presmerovanie výstupov k iným modulom). V prípade presiahnutia hodnoty sa informácie zobrazia v centrálnom náhľade priamo v CMS a tak isto aj na mape sa zvýraznia body záujmu kde sú zariadenia lokalizované.

#### 2.2.1.4 Messaging

Hlavným prínosom modulu musí byť stabilizovanie systému preposielania mikrotransakcií medzi službami a modulmi. V prípade výpadku služby je táto služba zodpovedná za premostenie k inej dostupnej službe alebo ku komunikačnému uzlu,

kde sa čakajúce mikrotransakcie zoradia do query a čakajú na príkaz preposlania ďalej ku konkrétnym endpointom. Medzi hlavné protokoly patrí MQTT v customizovanom formáte, kde celá architektúra je postavená na architektúre server/klient. Na strane server sú služby zodpovedné za chod služieb a ich súčastí „Zookeeper“ ktoré sledujú pripojenosť jednotlivých endpointov. Na strane klienta sú samotné endpointy, ktoré čakajú traffic z ďalších autentifikovaných endpointov. Bez nastavenia konkrétnej siete endpointov nie je možné preposlať žiadnu správu medzi endpointami, čo zvyšuje bezpečnosť ale aj náročnosť systému pre udržiavateľnosť. Komunikácia medzi endpointami musí byť plne autorizovaná a musí ponúkať maximálnu bezpečnosť pred útokmi z vonka.

#### 2.2.1.5 Správa relačných databáz

Všetky zariadenia a vzťahy medzi zariadeniami a regiónmi kde sa zariadenia nachádzajú sú uložené v stromovej štruktúre podľa konkrétneho typu zariadenia a jeho vlastností. Ako napríklad konkrétna časť mesta obsahuje zoznam konkrétnych kamier rozdelených podľa typu (traffic, monitoring, EČV), IoT (vlhkosť prostredia, zrážky, teplota, kvalita ovzdušia), štruktúra prídavných zariadení (NVR). Štruktúra každého zariadenia obsahuje všetky ich podporované vlastnosti, ktoré sú taktiež uložené v relačnej databáze priamo prepojené s konkrétnym zariadením. Každá zmena na strane užívateľského rozhrania sa premietne aj na obsahu štruktúry konkrétneho zariadenia. Medzi ďalšie prednosti relačnej databázy patrí prístup k logom (aplikačný log, error log), ktoré sú medzi sebou prepojené a umožňujú užívateľovi s konkrétnymi právomocami prechádzať medzi systémovými logmi.

Udalosti vzniknuté v službách a ich základné informácie sú taktiež uložené v relačnej databáze, tak isto ako aj spoločný menovateľ (spojítko) medzi relačnou databázou a nerelačnou databázou, kde sú ukladané všetky namerané záznamy, pre analýzu dát a ich analytické výstupy. Takto prepojený ekosystém databázy umožňuje užívateľovi vysokú efektivitu pri dohľadávaní záznamov.

Bezpečnosť: Obsah všetkých správ by mali byť šifrované na toľko aby ich bolo možné v reálnom čase vyhľadávať ale ich citlivý obsah je konštantne zašifrovaný. Kým v prípade prihlasovacích údajov zariadení a užívateľov ide o SHA256 a ďalšie šifrovania obsahu, tak v prípade metadát sú všetky dáta zašifrované a prístup je jedine k ich indexom pre vyhľadávanie. Jedine klientská aplikácia pozná secret key, podľa ktorého sa záznamy rozšifrujú čím sa zabezpečuje vyššia bezpečnosť aj pre užívateľov a zamedzuje možnosti duplikovania alebo zneužitia získaných informácií mimo systému.

#### 2.2.1.6 Správa integračnej platformy

Služí na prijímanie a spracovanie a preposielanie mikrotransakcií medzi službami, modulmi a zariadeniami. Každá prichádzajúca správa má v sebe unikátny identifikátor odkiaľ pochádza, ktorú si proces spracovania porovná s dostupnou databázou a prepošle jej obsah ďalej pre potrebné spracovanie. Ako napríklad IoT meracie zariadenie prijme správu, ktorú platforma vyhodnotí ako „autorizovaná“ a prepošle ju na uloženie do databáz (relačná – nová vzniknutá udalosť, nerelačná – ďalšia udalosť medzi historické udalosti, notifikačný server – preposlanie notifikácie potrebným klientom)

Bezpečnosť: Všetky prijaté a odoslané správy pre svoju bezpečnosť sú šifrované s SHA256, čo zabezpečuje ešte väčšiu bezpečnosť pri prenose. A aj v prípade odchytenia správ útočníkmi mimo systému, je veľmi náročné rozšifrovať danú správu. V prípade výpadku modulu alebo služby, ktorá správu prijíma je systém automaticky zálohovaný a pripravený na synchronizáciu v momente keď budú nedostupné služby alebo moduly znova dostupné. Ďalším bezpečnostným prvkom je unikátnosť každej správy čo v praxi znamená, že ku každej správe, ktorá má byť preposlaná do modulu

alebo služby je preposlaný unikátny kľúč čo zabezpečí bezpečné rozšifrovanie správy. V prípade ak by útočník z vonka zachytil správu a chcel by ju replikovať a znovu preposlať do systému, tak to systém zamietne, keďže k nej nemá správny „token“ a žiadny modul alebo služba daný token neobsahuje. Správa komunikačnej platformy.

#### 2.2.1.7 Správa komunikačnej platformy

Slúži na prijímanie a spracovanie dát potrebných medzi službami a modulmi. Ku každému z prijímaných dát vytvorí unikátny identifikátor, ktorý následne prepošle do častí modulov pre ďalšie spracovanie a tak isto prepošle identifikátor do relačnej databázy, ktorý pridelený k vzniknutej udalosti ako rozširujúci parameter. Na základe toho identifikátora je možné prepojiť a dohľadať všetky metadata v nerelačnej databáze a pridať ku konkrétnej udalosti. Ako napríklad: vozidlo s EČV na čiernej listine sa zobrazilo na snímke. Udalosť o EČV sa zapíše do relačnej databázy, kým všetky potrebné metadata vzniknuté počas analýzy obrazu (pozícia vozidla, smerovanie vozidla, typ a značka vozidla sa zapisuje do nerelačnej databázy). Počas vyhľadávania konkrétnej udalosti sa využije spoločný identifikátor, čoho výsledkom bude detailný report o udalosti.

#### 2.2.1.8 Integrované služby tretích strán pre podporu rozširujúcich modulov

Slúži pre integráciu aplikácii tretích strán pre podporu možnosti pripojenia a pridelenia „inteligentných“ riešení k zariadeniam tretích strán do systému. Výstupom sú analytické dáta s konkrétnom formáte, ktoré je možné využiť ako doplňujúce informácie. Kvalita výstupu analýzy obrazu je podmienená kvalitou nastavenia parametrov podporujúce analytické nástroje a od kvality zariadenia (rozlíšenie).

### 2.2.2 Klient API (CMS)

Aplikácia umožňujúca užívateľovi mať všetky potrebné informácie a funkcie pod jednou strechou. Užívateľ má možnosť riadiť celý systém z jedného miesta a interaktívne sa zapájať do vzniknutých udalostí. HW náročnosť klientskej stanice bude závisieť od náročnosti požiadaviek pre konkrétne moduly. Tu sú minimálne HW požiadavky podľa určenia práce na pracovnej stanici a pridelených privilégii:

1. Event viewer (užívateľ s právami na vyhľadávanie záznamov a exportovanie záznamov )-
  - o minimálne 4GB RAM, processor i3, 500GB úložného priestoru pre zálohovanie exportovaných záznamov
2. System operator (Užívateľ so všetkými právomocami pre prácu s modulmi)
  - o minimálne 8GB RAM, processor i7, 500GB úložného priestoru pre zálohovanie exportovaných záznamov.
3. Aplikácia podporuje multimonitorové riešenie pre zvýšenie efektivity pri vykonávaní úkolov. Z toho dôvodu je nutné počítať aj s rozšírením výstupu pre grafické karty s podporou 2 monitorov (2xHDMI je základ, ale novšie monitory podporujú aj DisplayPort)
  - Nastavenie všeobecných nastavení klientskej aplikácie
  - Nastavenie customizovaných nastavení klientskej aplikácie pre každého klienta osobitne
  - User manažment (pridelenie právomocí k modulom a častiam API)
  - Manažment zariadení (pridanie nových, odobratie zariadenia, zmena stavu zariadenia)
  - Manažment udalostí (nastavenie linkovania konkrétneho typu udalosti)
  - Vyhľadávanie záznamov (udalostí) v databáze
  - Vyhľadávanie záznamov vo video archíve
  - Nastavenie video steny
  - Nastavenie čiernej / bielej listiny pre EČV
  - Nastavenie textov pre LED panely pre konkrétne typ udalostí (Parkovisko plne obsadené, Spomal' rýchlosť, znečistenie ovzdušia, atď.)

- Export záznamov, atď.

V prípade API klientskej aplikácie požadujeme multi-obrazovkové riešenie čo pridáva pridanú hodnotu k celému komplexnému systému ako napríklad lepší prehľad o vzniknutých udalostiach, na ktoré vie užívateľ lepšie reagovať. Ako napríklad prerozdelenie modulov na obrazovkách (Obrazovka 1 – API centrálny náhľad udalostí, živý obraz z kamier, vizualizácia výstupov meraní, Obrazovka 2 – interaktívna mapa, pôdorys)

Multi layer interaktívna mapa – každá vizualizačná vrstva mapy musí byť voľne naprogramovateľná pre zobrazenie určitých súčastí systému ako napríklad (rozmiestnenie kamier, IoT zariadení, osvetlenie, konkrétne regióny (oblasti) mesta. V prípade vzniknutej udalosti sa na mape vizualizuje stav udalosti s možnosťou interakcie užívateľa ako napríklad kliknutie na udalosť.

FocusOn events of interest - Kliknutie na konkrétnu udalosť a jej následné spracovanie na mape je možné zdefinovať v užívateľskom rozhraní ako napríklad prepnutie náhľadu kamery (kamier) na hlavnej obrazovke, zobrazenie stavu IoT zariadenia, zobrazenie udalosti na hlavnej obrazovke aj so snímkami alebo živým náhľadom kamier (vozidlo na čiernej listine, rozpoznaná osoba, predikcia zápchy v konkrétnej časti mesta). Základným nastavením je vizualizácia všetkých udalostí na mape aj s potrebnými vizuálnymi prvkami pre zvýšenie efektivity pri práci.

GDPR – počas manipulácie so snímkami alebo obrazovými záznamami je každá snímka ochránená GDPR prvkami ako napríklad všetky tváre sú zahalené. Pre odhalenie tváre je nutné vyššiu právomoc, ktorá túto možnosť povolí.

Export/Import záznamov – je možné len medzi klientskymi aplikáciami. Nie je možné si exportovaný súbor prezerat' v aplikáciách tretích strán. Formát súborov to jednoducho nedovolí.

### 2.2.3 Analytický server

Jeho hlavným prínosom je rýchla a adekvátna analýza prichádzajúcich dát do systému. Všetky dáta sa zbierajú na jednom mieste a v priebehu okamihu je možné analyzovať rôzne udalosti. Rýchlosť v tomto systéme udávajú využité najnovšie technológie strojového učenia s podporou využitia akcelerátorov výpočtov GPU (grafické karty). Podľa analýzy trhu a podpory modulov strojového učenia s využitím GPU odporúčame využiť grafické karty alebo moduly podporujúce akceleráciu výpočtov s najvyššou priepustnosťou dát. V spojení adekvátnych dát a rýchleho analytického nástroja je možné v reálnom čase sledovať priebeh sledovaného prostredia rôznymi kamerami a v reálnom čase sledovať udalosti, predikcia hodnôt znečistenia ovzdušia z IoT meracích prístrojov. Vstupom do systému analýzy sú konkrétne metadáta získané z mikrotransakcií, ktoré v reálnom čase pridávajú na analýzu integračná platforma. Všetky výstupy z analýzy sa ďalej preposielajú do integračnej a databázovej platformy, ktoré sa postarajú o ďalšie procesy. Všetky moduly analýzy sú uložené v docker kontajneroch, čo zaručuje centralizované, automatické a stabilné upgradovanie funkcionalít za behu bez nutnosti zásahu obsluhy. Medzi základné funkcionality patria:

#### 2.2.3.1 Analýza obrazu

- rozpoznávanie EČV
- rozpoznávanie tváre osôb (porovnanie s dostupnou databázou)
- počítanie kategorizovaných objektov
- kategorizácia objektov (osoba, vozidlo, zviera)
- kategorizácia typu objektov (osoba – chôdza, beh, sed, leží, vozidlo – nákladné, osobné, značka vozidla – škoda, bmw, ford, zviera – pes, mačka)
- rozpoznávanie toku objektov (sledovanie dopravnej situácie – zápchy, havária, spomaľujúca doprava, smer pohybu objektov)

#### 2.2.3.2 Analýza metadát

- rozpoznávanie anomálií z historických dát (predikcia kvalita ovzdušia, predikcia obsadenosti parkovacích miest, predikcia záťaže energetických uzlov)

### 2.2.4 **Moduly**

#### 2.2.4.1 Kamery

Modul ponúka možnosť využitia kamier v širokom spektre využiteľnosti podľa náročnosti zadania. Ako napríklad sledovanie objektov statickými alebo otočnými kamerami, nahrávanie obrazu s využitím dostupných inteligentných modulov ako sú zaznamenávanie EČV, rozpoznávanie tváre. Prepojenie medzi centrálnym dohľadovým centrom a samotnými kamerami zabezpečuje integračná platforma, ktorá je nastavená ako multifunkčné riešenie. Požaduje sa natívna podpora kamier a podporných zariadení (ako nahrávacie zariadenia, prídavné osvetlenie ku kamerám, radary rýchlosti, atď.) pomocou knižníc priamo od výrobcov pre potreby využitia 100% potenciálu zariadení pripojených do systému. V prípade ak sú zariadenia od dodávateľa tretích strán a nemajú softvérovú podporu od strany dodávateľa, tak je potrebné zabezpečiť interakciu cez generické komunikačné protokoly ako RTSP (ONVIF), REST API.

Medzi ďalšie podmienky využitia kamier je potrebné dodržať všeobecné nastavenia encodingu kamier ako H.264, h.265, MJPEG alebo RTSP. Samozrejmosťou sú využitie funkcií ako multicast, multi-stream

#### 2.2.4.2 Inteligentné nahrávacie zariadenia

Integrácia inteligentných zariadení do ekosystému by mala byť z jednou najväčších výhod systému. Ako sú napríklad inteligentné kamery. Finančná náročnosť takýchto zariadení je mnohokrát limitáciou využitia a pokrytia celej infraštruktúry obce. V takomto prípade požadujeme možnosť integrácie „inteligentných“ nahrávacích zariadení, ktoré zabezpečia využitie modulov spracovania obrazu priamo z obrazov pripojených „neinteligentných“ kamier. Výhodou sú nižšie náklady na udržiavanie systému a možnosť využitia väčšieho počtu kamier na účely analýzy obrazu ako napríklad (rozpoznávanie objektov, počítanie objektov, sledovanie pohybu na snímkoch). Výstupom z analýz sú už konkrétne štrukturované metadatumá, ktoré je nutné zapísať do predpripravených databáz pre ďalšie využitie. Takto sa zaistí možnosť využitia 100% potenciálu každej zo zariadení v ekosystéme.

#### 2.2.4.3 Video Stena

Požaduje sa multi-obrazovkové modulárne riešenie, ktoré je možno nastaviť na jednom centralizovanom pracovisku. Samotná aplikácia musí byť spustiteľná na inom klientskom pracovisku, ktorého HW požiadavky zodpovedajú náročnosti riešenia (zvýšený počet live streamov, počet napojených obrazoviek). Nastavenie video steny (rozdelenie obrazoviek, segmentácia modulov zobrazenia) bude prebiehať na klientskom pracovisku (CMS). Prístup k nastaveniam má len užívateľ s príslušnými privilégiami. Každá obrazovka môže byť segmentovaná do menších častí (gridu) s viacerými náhľadmi živých vstupov z kamier, alebo aj viacej obrazoviek môže byť nastavených pre jeden väčší náhľad. Okrem náhľadu živých obrazov z kamier, môžu byť zobrazené aj ostatné moduly, ktoré podporujú vizualizáciu výsledkov, stavov ako napríklad (mapa, notifikačné okno, pôdorys, atď.). Každé z modulov zobrazenia musí mať vizualizačnú časť, ktorá poskytne užívateľovi možnosť interaktívne sa zapojiť do behu udalostí a tým napomôže užívateľovi sa rýchlejšie zorientovať v obraze. Ako napríklad pri každej vzniknutej udalosti, ktorá sa zobrazí v klientskej aplikácii (CMS) a má výstup živých náhľadov aj na video stene, sa náhľad na video stene ohraničí

a zvýrazní farbou zodpovedajúcej aktuálnemu stavu udalosti. (červené, oranžové, zelené ohraničenie okolo každého živého náhľadu v okolí vzniknutej udalosti)

#### 2.2.4.4 I/O

Modul podporuje možnosť pripojenia rôznych IO zariadení pre možnosť riadenia zariadení z jedného miesta, buď formou manuálneho spôsobu interakcie užívateľa (otvorenie brány pomocou tlačítka) alebo pomocou automatického módu ako súčasť prelinkovania udalostí a zariadení (v prípade načítania EČV z whitelistu automatické otvorenie brány, vypísanie výstrahy na LED paneloch v prípade prekročenia rýchlosti vozidla). Všetky vstupy a výstupy sú manažovateľné užívateľom len s príslušnými privilegiami, čo zvyšuje bezpečnosť systému.

#### 2.2.4.5 IoT

Za pomoci IoT technológie a integračnej platformy je možné prepojiť široké spektrum zariadení pre centralizovaný dohľad nad systémom. Každé zariadenie je možné na diaľku sledovať získať jeho aktuálny stav (namerané hodnoty) a nastavovať podľa potreby z jedného miesta. V prípade vzniknutia udalosti (prekročenie nastaveného prahu merania) sa nameraná hodnota prepošle do analytického servera na spracovanie, pridá sa do nerelačnej databázy k ďalším historickým záznamom a v klientskych aplikáciách (CMS) sa zobrazí notifikácia o prekročení rozsahu. Všetky IoT zariadenia zapojené do systému je možno nasmerovať na analytické centrum a nechať si vytvoriť vlastný predikčný model podľa potrieb. Ako napríklad:

- Verejné osvetlenie – ovládanie a kontrola stavu osvetlenia v konkrétnych oblastiach
- Meranie rôznych environmentálnych prvkov – kontrola ovzdušia, teplota ovzdušia, hladina spodných vôd, kyslosť pôdy
- Monitoring obsadenosti parkovacích miest
- Meranie energetických veličín

#### 2.2.4.6 Informačný kanál

Informačný kanál je priamo prepojený s integračnou platformou a získava všetky potrebné informácie za behu (realtime). Všetky monitorované udalosti je možné nastaviť tak aby sa preposielali na rôzne web služby, ktoré sú priamo prepojené s aplikáciami tretích strán ako napríklad (webportál, mobilné zariadenia, CMS). Týmto spôsobom je zaručená informovanosť osôb, a že všetky potrebné informácie sa dostanú na určené miesto behom okamihu od vzniku udalostí. Hlavným komunikačným kanálom sa bude využívať výhradne REST API so zabezpečením https. V prípade autentifikácie podporuje sa OAuth a Single-SignOn.

#### 2.2.4.7 LED tabule

Manažment LED tabule je priamo napojené na centrálné riešenie manažovateľné výhradne cez klientsku aplikáciu (CMS). Užívateľ má možnosť si customizovať vlastné výstupné hodnoty (texty, obrázky, kombinácie) podľa potrieb. Ako napríklad

- prepojenie LED tabule s výstrahou prekročenia rýchlosti pre dopravné udalosti, kde rýchlosť prekročila hranicu nastaveného prahu maximálnej rýchlosti 55km/h
- zobrazenie informácie o zaplnenosti parkoviska v okamihu ako sa zobrazí EČV v zozname udalostí (v prípade ak je auto v bielej listine, tak zobrazí privítací text, v prípade ak auto nie je na žiadnej listine, tak sa zobrazí informácia o zaplnenosti parkoviska)
- v prípade znečistenia ovzdušia sa zobrazia varovné správy na každej z napojených LED tabúl

### 2.3 **Filesystem**

Slúži na prácu s metadátami v reálnom čase naprieč celým systémom. Medzi hlavné body využiteľnosti patria zápis, načítanie dát z databáz (cluster riešenie). Rýchla dostupnosť k súborom metadát, ktoré sú súčasťou dát z databáz (obrázky EČV, vozidla, metadáta histórie merania kvality ovzdušia). Medzi hlavné funkčné požiadavky patria vysoká dostupnosť a rýchlosť načítania potrebných dát z rôznych zdrojov, plne škálovateľný systém, odolný voči chybám s možnosťou automatického obnovenia dostupnosti v prípade výpadku uzlov alebo častí clustra.

