

MANUÁL SPRACOVATEĽSKÝCH POSTUPOV

OBSAH

OBSAH2

ID ÚDAJE MIESTA REALIZÁCIE	3
CHARAKTER MANUÁLU	4
ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK.....	6
DEFINÍCIE A ROZSAH MANUÁLU SPRACOVATEĽSKÝCH POSTUPOV.....	7
PRIESTOROVÁ DYNAMIKA ÚZEMIA A VÝZNAM MONITORINGU KRAJINNEJ POKRÝVKY V MESTE KOŠICE7	
POTREBA GEODÁT V KONTEXTE DIGITALIZÁCIE MMK	8
METÓDY PRIESKUMU KRAJINY	9
DPZ – DIAĽKOVÝ PRIESKUM ZEME	10
PPZ – POZEMNÝ PRIESKUM ZEME	14
TS – TERESTRICKÉ SKENOVANIE	16
GZ – GEODETICKÉ ZAMERANIE OBJEKTOV	17
MINIMÁLNE ATRIBÚTY	19
VALIDÁCIA DÁT Z RÔZNYCH ZDROJOV	22
ZÁVEREČNÉ ZHODNOTENIE	26
LOKALIZAČNÉ REGISTRE MMK.....	27

ID ÚDAJE MIESTA REALIZÁCIE

Mesto:	Košice
Kraj:	Košický kraj
Kód kraja	(NUTS3): SK042, (podľa číselníka ŠÚ SR): 8
Okres:	Košice I–IV [kód okresu: 613]
Sídlo:	MMK, Trieda SNP 48A, 040 10 Košice - mestská časť Západ
Kód obce:	599 825
Typ obce:	mesto
Súradnice:	48°43'N, 21°15'E (<i>desatinný tvar: 48.7167°N, 21.2500°E</i>)
Rozloha:	242,77 km ²
NUTS1:	Slovensko [SK0]
NUTS1:	SK0 – Slovensko
NUTS2:	SK Východné Slovensko (SK04)
NUTS3:	SK042 – Košický kraj
LAU1:	SK0420 – Okresy Košice I, II, III, IV
LAU2:	599825 – Obec Košice

CHARAKTER MANUÁLU

Manuál spracovateľských postupov predstavuje základný metodický dokument, ktorý obsahuje všetky kroky, technologické postupy a štandardy, podľa ktorých bude realizovaný zber, spracovanie a interpretácia geopriestorových údajov na území mesta Košice. Slúži ako referenčný rámec pre všetkých realizátorov projektu, ako aj pre pracovníkov mesta Košice (Magistrát mesta Košice – MMK), ktorí budú výsledné dáta využívať v rámci manažmentu územia, správy komunikácií a plánovania údržby. Manuál definuje konkrétne metodiky merania pomocou technológií ako LiDAR, GNSS a fotogrametria, opisuje procesy validácie dát, štruktúru výstupných formátov, triedenie objektov podľa funkčnej kategorizácie a integráciu výstupov do systému GISPLAN. Jeho cieľom je zabezpečiť transparentnosť, jednotnosť a technickú kvalitu celého procesu pasportizácie a digitalizácie mestského priestoru.

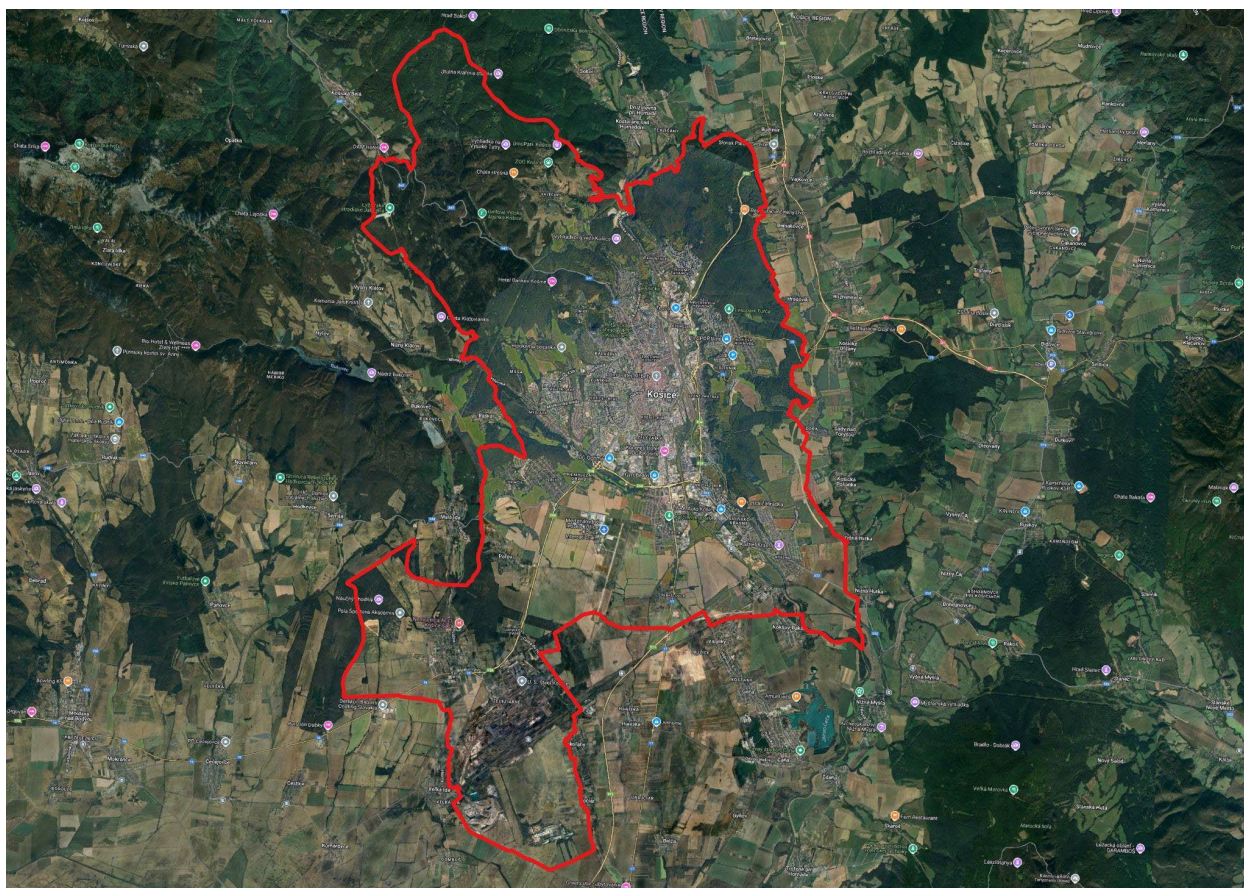
Cieľom Manuálu spracovateľských postupov je poskytnúť metodickú podporu pre evidenciu všetkých krokov, technologických postupov a štandardov, podľa ktorých bude realizovaný zber, spracovanie a interpretácia geopriestorových údajov na území mesta Košice. Jeho hlavnou úlohou je zabezpečiť pasportizáciu objektov (ďalej len ako „pasport“, „pasport objektov“ alebo „pasport a evidencia povrchových objektov v správe mesta Košice“) do formy digitálnych dát pre potreby Geografického informačného systému GISPLAN mesta Košice. Predmetom plnenia je kategorizácia objektových entít (povrchových objektov) do digitálneho formátu, ich rozdelenie do jednotlivých funkčných skupín a tried v súlade s príslušnými zákonmi, vyhláškami a technickými normami. Súčasťou spracovania je aj určenie technických parametrov pozemných komunikácií, a to v grafickej aj tabuľkovej forme, v súradnicovom systéme S-JTSK a v štandardizovanom digitálnom formáte. Dokument je zameraný na návrh optimálneho plánu zberu dát pomocou kombinácie viacerých techník a mapovacích systémov (MS), ktoré zahŕňajú:

- Pozemný prieskum zeme (PPZ)
- Diaľkový prieskum zeme (DPZ)
- Terestrické skenovanie (TS)

Hlavným cieľom je efektívne a systematické zdokumentovanie mestského prostredia, infraštruktúry a kľúčových objektov s cieľom vytvoriť presný digitálny model tzv. „digital twin“ a odvodených digitálnych vektorových a obrazových dát. Pozemný zber dát bude realizovaný mobilnými a statickými mapovacími systémami vybavenými LiDAR technológiou, GNSS jednotkami, kamerovými systémami a ďalšími senzormi. Tieto systémy budú inštalované na vozidlách alebo stabilných platformách a umožnia detailné snímanie vertikálnych plôch,

architektonických prvkov a infraštruktúrnych komponentov v mestskej zástavbe. Na základe údajov z portálu Geoportal.sk rozloha intravilánu mesta Košice predstavuje približne **150 km²**. Predpokladaná dĺžka cestnej siete vhodnej na mobilné skenovanie sa pohybuje medzi 180 a 220 km. Diaľkový prieskum zeme bude realizovaný prostredníctvom UAV systémov (dronov) alebo pilotovaných lietadiel vybavených fotogrametrickými snímačmi (veľkoformátová letecká meračská kamera) resp. LiDAR snímačmi, čo umožní získať plošné a vysoko presné údaje o mestských i priľahlých zónach (napr. zeleň, nezastavané parcely, parkoviská a pod.).

Dokument sa zameriava na optimalizáciu plánovania zberových trajektórií, výber vhodných technológií a precízne spracovanie dátových výstupov pripravených na integráciu do GISPLAN. Tieto výstupy budú mať priamy prínos pre územné plánovanie, správu mestského majetku, monitoring technického stavu komunikácií a podporu strategického rozhodovania. Zámerom je zvýšiť presnosť, rýchlosť a spoľahlivosť celého pasportizačného procesu a vybudovať robustné digitálne zázemie pre moderné, dátovo riadené mesto Košice.



Celková plocha: 243995463 m² (243.99 km²), zdroj: Google Maps, 2025, QGIS

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK

SKRATKA	VÝZNAM
MMK	Magistrát mesta Košice
API	Application Programming Interface (Programovacie rozhranie aplikácií)
BIM	Building Information Modeling (Informačné modelovanie budov / databáza stavby)
DPZ	Diaľkový prieskum zeme
GPR	Ground Penetrating Radar (Georadar)
GIS	Geografický informačný systém
GLONASS	Global Navigation Satellite System – Globálny navigačný systém
GNSS	Globálny navigačný satelitný systém
GPS	Global Positioning System – Globálny navigačný systém prevádzkovaný USA
IMU	Inerciálna meracia jednotka
IoT	Internet of Things (Internet vecí)
LiDAR	Light Detection and Ranging – technológia merania dát pomocou lasera
MESH	Mesh Model (Sietový model)
OpenID	Open Identification (Štandard pre autentifikáciu)
PC	Point Cloud (Mračno bodov)
PIXEL	Picture Element (Obrazový prvok)
PPZ	Pozemný prieskum zeme
RAW dáta	Primárne, nespracované dáta získané priamo pri meraní
RPA	Robotic Process Automation (Automatizácia procesov pomocou robotov)
RTK	Real Time Kinematic Positioning – určovanie polohy v reálnom čase
SK POS	Slovenská priestorová observačná služba
SSC	Slovenská správa ciest
TLS	Terrestrial Laser Scanner (Pozemný terestrický laserový skener)
UAV	Unmanned Aerial Vehicle – bezpilotné lietadlo (dron)
UAS	Unmanned Aircraft System (Systém bezpilotných lietadiel)
ZB GIS	Základná báza údajov pre geografický informačný systém

DEFINÍCIE A ROZSAH MANUÁLU SPRACOVATEĽSKÝCH POSTUPOV

V súčasnosti čelí správa miest a území výzvam súvisiacim s potrebou efektívneho zberu, správy a využívania priestorových údajov. Dátové zdroje, ktoré opisujú stav a charakter územia, patria medzi kľúčové prvky pre rozhodovanie na úrovni samospráv, plánovanie infraštruktúry, investícií a ochranu životného prostredia. Prechod k tzv. **"data-driven"** riadeniu miest si vyžaduje digitalizáciu reálneho prostredia pomocou technológií, ktoré dokážu zachytiť jeho priestorovú, konštrukčnú a funkčnú podobu. Geopriestorové údaje zahŕňajú široké spektrum informácií – od bodov a línií vektorovej kartografie, cez obrazové a výškové modely, až po digitálne dáta reálnych objektov ktoré podporujú Open Data portál a API.

V rámci tohto dokumentu sa kladie dôraz na komplexné uchopenie územia pomocou mobilného mapovania, diaľkového prieskumu zeme a geodetických metód, ktoré umožňujú vytvoriť presnú a aktuálnu dátovú bázu objektov v správe **mesta Košice**. Dáta budú následne využité v geografických informačných systémoch (GIS) ako súčasť pasportizačných procesov, plánovania údržby, stavebných konaní a rozhodovacích procesov mesta. Dôležitou súčasťou je štandardizácia formátov a metodík zberu, čím sa zabezpečí interoperabilita údajov a ich opakované využitie v rôznych sektoroch – od mobility, cez urbanizmus až po klimatickú adaptáciu. Dokument preto nepredstavuje iba technický zásah, ale tvorí metodický rámec pre **systematickú digitálnu transformáciu prístupov k územným dátam v správe mesta**.

PRIESTOROVÁ DYNAMIKA ÚZEMIA A VÝZNAM MONITORINGU KRAJINNEJ POKRÝVKY V MESTE KOŠICE

Mesto Košice ako druhé najväčšie mesto Slovenskej republiky prechádza dynamickými priestorovými a funkčnými zmenami, ktoré sú dôsledkom urbanizačného rastu, investičných projektov, dopravného rozvoja, ako aj environmentálnych požiadaviek. Táto zmena využívania a štruktúry krajiny často vedie ku konfliktom medzi záujmami hospodárskeho rozvoja, ochranou prírody a potrebami udržateľného plánovania. Pre strategické riadenie týchto výziev je nevyhnutné mať k dispozícii **aktuálne a presné informácie o fyzickom stave krajiny**, teda o tom, ako vyzerá územie mesta v skutočnosti – od objektov technickej infraštruktúry, cez zeleň a verejné priestory až po urbánne dominanty. Práve tieto informácie slúžia ako základ pre územné plánovanie, správu majetku mesta, hodnotenie investičných zámerov, ale aj klimatickú adaptáciu, ekologické modelovanie a manažment krízových situácií.

Koncepcia krajinnej pokrývky, tak ako ju vníma projekt Copernicus a metodika CORINE Land Cover, ponúka možnosť popísať reálny stav územia na základe vizuálnych, morfológických a fyziognomických znakov. V prostredí Košíc to znamená schopnosť identifikovať rozptýlenú zástavbu, hustotu mestskej zelene, rozsah spevnených plôch, vodné toky či oblasti suburbanizácie – všetko v rôznych mierkach: od mestských štvrtí až po jednotlivé ulice. Projekt CORINE Land Cover (CLC), ktorého národným garantom je Slovenská agentúra životného prostredia v spolupráci s EEA, zaviedol štandardizovaný rámec na popis a mapovanie krajinnej pokrývky založený na hierarchicky usporiadaných triedach využitia územia. Tento prístup umožňuje Košiciam zaradiť sa do celoeurópskeho systému zberu, výmeny a interpretácie údajov, pričom výstupy môžu byť prepojené s vlastnými dátami mesta z pasportizácie, digitálneho mapovania a Smart City riešení. Zber a aktualizácia týchto údajov je možná predovšetkým vďaka **dialľkovému prieskumu zeme (DPZ)** – či už prostredníctvom satelitných snímok, kvalitných leteckých meračských snímok, ortofotomáp alebo mračien bodov LiDAR (point cloud). V kombinácii s **mobilným mapovaním (PPZ, TLS)** získava mesto detailný a aktuálny obraz o svojej krajinnej štruktúre s možnosťou automatickej detekcie zmien, analýzy trendov a tvorby predikčných modelov.

POTREBA GEODÁT V KONTEXTE DIGITALIZÁCIE MMK

Geodáta, označované aj ako geografické alebo geopriestorové údaje, predstavujú kľúčovú informačnú bázu pre riadenie a rozhodovanie v rámci moderného mestského prostredia. V kontexte mesta Košice zohrávajú rozhodujúcu úlohu pri strategickom plánovaní, správe mestského majetku, monitoringu infraštruktúry, environmentálnom hodnotení a pri **poskytovaní dátovo orientovaných služieb občanom**. Geodáta sú definované ako údaje o prírodných a antropogénnych javoch, ktoré majú implicitné alebo explicitné geografické vyjadrenie. Sú charakteristické tým, že sa skladajú z dvoch hlavných zložiek:

- **Priestorová zložka** – predstavuje geometrické vyjadrenie objektu v priestore (napr. pomocou súradníc, geometrií bodov, línií, plôch alebo väzby na iný georeferencovaný prvok).
- **Atribútová zložka** – obsahuje popisné informácie vzťahujúce sa k priestorovej entite, ako napr. názov objektu, funkčné využitie, technický stav, vlastnícke vzťahy, fotodokumentáciu, časové zmeny a iné popisné údaje. Tieto informácie sú najčastejšie evidované v databázovej forme alebo ako prepojené multimediálne súbory.

V prípade mesta Košice sú geodáta spravované a distribuované prostredníctvom portálov GISPLAN a OpenData Košice, ktoré sú základným prvkom mestskej geopriestorovej infraštruktúry. Tieto portály poskytujú prístup k množstvu dátových vrstiev, ktoré slúžia na:

- Evidenciu a pasportizáciu mestského majetku (verejné priestory, cesty, zeleň, cestná infraštruktúra),
- Podporu rozhodovania v oblasti územného plánovania, investičného rozvoja a mobility,
- Monitoring životného prostredia (napr. stromoradia, povodia, zrážkové územia),
- Verejnú informovanosť občanov a podnikateľov,
- Automatizáciu procesov pre interné útvary mesta a jeho organizácie.

Otvorený prístup k geodátam v zmysle konceptu OpenData zároveň zvyšuje transparentnosť verejnej správy, umožňuje opakované použitie dát pre podnikateľské a výskumné účely, a je základným pilierom pre **geo-databázovú digitálnu transformáciu mesta Košice**. Rozvoj a aktualizácia geodát – či už pomocou mobilného mapovania, diaľkového prieskumu, geodetických meraní alebo integrácie externých dátových zdrojov – je preto nevyhnutným predpokladom pre digitálnu transformáciu mesta a vytváranie inteligentného mestského ekosystému založeného na presných, aktuálnych a komplexne prepojených údajoch o priestore.

METÓDY PRIESKUMU KRAJINY

Prieskum Zeme predstavuje **súbor činností**, ktorých cieľom je získať informácie o fyzickom prostredí – od topografie a morfológie terénu, cez zástavbu a infraštruktúru, až po vegetáciu a povrchové objekty. Na rozdiel od tradičných geodetických prístupov, moderné metódy dnes využívajú najnovšie technologické nástroje, ktoré umožňujú **zber veľkého objemu dát s vysokou presnosťou a efektivitou**. K najpoužívanejším technológiám patria:

- **DPZ – Diaľkový prieskum zeme:** Využíva senzory umiestnené na lietadlách, dronoch alebo satelitoch, ktoré umožňujú plošný zber údajov bez fyzického kontaktu s terénom. Táto metóda poskytuje komplexný prehľad o rozsiahlom území a je neoceniteľná pri mapovaní, sledovaní zmien alebo pri tvorbe výškových modelov.
- **PPZ – Pozemný prieskum zeme:** Zameriava sa na detailný zber údajov v mestskom a zastavanom prostredí. Využíva mobilné mapovacie systémy (napr. MLS – Mobile Laser Scanning) umiestnené na vozidlách, ktoré snímajú okolité objekty v trojrozmernom priestore. Tento typ zberu je vhodný pre zachytenie technickej infraštruktúry, budov, komunikácií a ich atribútov.
- **TLS – Terestrické laserové skenovanie:** Statická metóda založená na skenovaní konkrétnych objektov z pevného bodu. Je využívaná pri dokumentácii historických budov,

pri výstavbe, inžinierskej geodézii alebo na miestach, kde je potrebné dosiahnuť mimoriadne detailný zber dát s milimetrovou presnosťou.

- **Geodetické merania (konvenčné)** predstavujú tradičné metódy zameriavania objektov a určovania ich priestorovej polohy pomocou presných prístrojov a fyzických meracích bodov, vytváraní geodetických základov (bodových polí) – trigonometrické a nivelačné body, stabilizované v teréne, zameraní a vytyčovanie stavieb – pozemkov, objektov, sietí, kontrole polohy a výšky objektov – vysoká presnosť v jednotkách mm až cm.

DPZ – DIAĽKOVÝ PRIESKUM ZEME

Projekt letového plánu pre LiDAR-ový a fotogrametrický zber dát za účelom tvorby geodatabázy je špecifický proces vo vzťahu k morfológii. Mesta Košice. Letový plán zahŕňa plánovanie trasy letu, nadmorskej výšky, rýchlosti letu a frekvencie snímkovania pre optimalizáciu zberu dát. Projekt musí zahŕňať aj analýzu získaných dát a tvorbu výstupov, ako sú digitálne výškové modely, mračná bodov alebo ortofotomapa. Pre mesto **Košice** je situácia odlišná od iných miest vzhľadom na to, že sa tu nachádza medzinárodné letisko (**LZKZ – Letisko Košice**), ktoré má **definovaný riadený vzdušný priestor a určené VFR (Visual Flight Rules) vstupné a výstupné body**. To znamená, že **letecké aktivity, vrátane bezpilotných leteckých systémov (UAV)**, podliehajú **striktným pravidlám a koordinácii s príslušnou leteckou prevádzkou**. UAV operácie sú **výrazne ovplyvnené prítomnosťou Košickej CTR (Control Zone)**, ktorá zahŕňa celé územie mesta a jeho širšieho okolia. V rámci tejto CTR platia obmedzenia pre výškové hladiny, povinnosť komunikácie s vežou (**Košice Tower**).

Pri aplikácii DPZ na území mesta Košice je potrebné poznamenať, že hranice VFR zón môžu byť ovplyvnené aktuálnym letovým a prevádzkovým poriadkom a podmienkami podľa Dopravného úradu. Preto je vždy dôležité pred plánovaním letu získať aktuálne informácie o VFR zónach a podmienkach letu na príslušnom letisku alebo od príslušných orgánov riadenia letového prevádzkového priestoru.

Fotogrametrický zber pre potreby obrazových výstupov (napr. letecké meračské snímky a ortofotomapy) štandardne využíva veľkoformátovú leteckú meračskú kameru, ktorej výsledná veľkosť jednej leteckej meračskej snímky pre fotogrametrické spracovanie nesie presné technické špecifiká, ktoré odrážajú finálnu podobu výstupov (napr. z dôvodu eliminácie zobrazenia náklonu budov a zákrytov). Samotná aplikácia a výkon DPZ leteckou fotogrametriou musí podliehať striktne pravidlám pre nadobúdanie leteckých meračských snímok v súlade s platnou legislatívou a prebiehať na základe platného súhlasu s leteckým snímkaním územia Slovenskej republiky

vydaným Ministerstvom obrany SR (§ 64 zákona č. 215/2004 Z. z. o ochrane utajovaných skutočností a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov).

Pre leteckú fotogrametriu sa vzájomné a absolútne vyrovnanie leteckých meračských snímok musí vykonať na geodeticky zameraných vlícovacích bodoch. Geometrická korekcia musí byť vykonaná na aktuálne zameraný digitálny model terénu v podrobnosti a kvalite zodpovedajúcej výslednej presnosti a kvalite digitálnej ortofotomapy (nie je prípustná jej automatizovaná tvorba založená na automatizovanom/generovanom modeli povrchu objektov – DSM). Rovnako rádiometrická kvalita musí byť spracovaná tak, aby digitálna ortofotomapa bola ako výsledný produkt farebne vyrovnaná a bez viditeľných spojov medzi jednotlivými leteckými meračskými snímkami.

LiDAR - ový DPZ tiež využíva meranie vzdialeností pomocou laseru, no v tomto prípade sa využívajú LiDAR senzory umiestnené na leteckých alebo dronových aplikáciách, ktoré zbierajú dáta z väčších výšok. Vzájomný vzťah vyjadrení vo vzorci zahŕňa mnoho faktorov, ktoré ovplyvňujú kvalitu a presnosť merania. Pre letecké a dronové LiDAR merania sa taktiež berie do úvahy rýchlosť letu a výška letu senzoru.

$$I = P * (C * A * T * R * e^{(-2\alpha r)} / (r^2))$$

I je intenzita signálu prijatého senzorom

P je výkon vysielaného laseru

C je celková efektivita zdroja

A je efektivita plošného uhla vysielaného signálu

T je efektivita prechodu signálu atmosférou

R je efektivita zrkadlového odrazu signálu

α je koeficient absorpčnej straty signálu v atmosfére

r je vzdialenosť medzi senzorom a povrchom

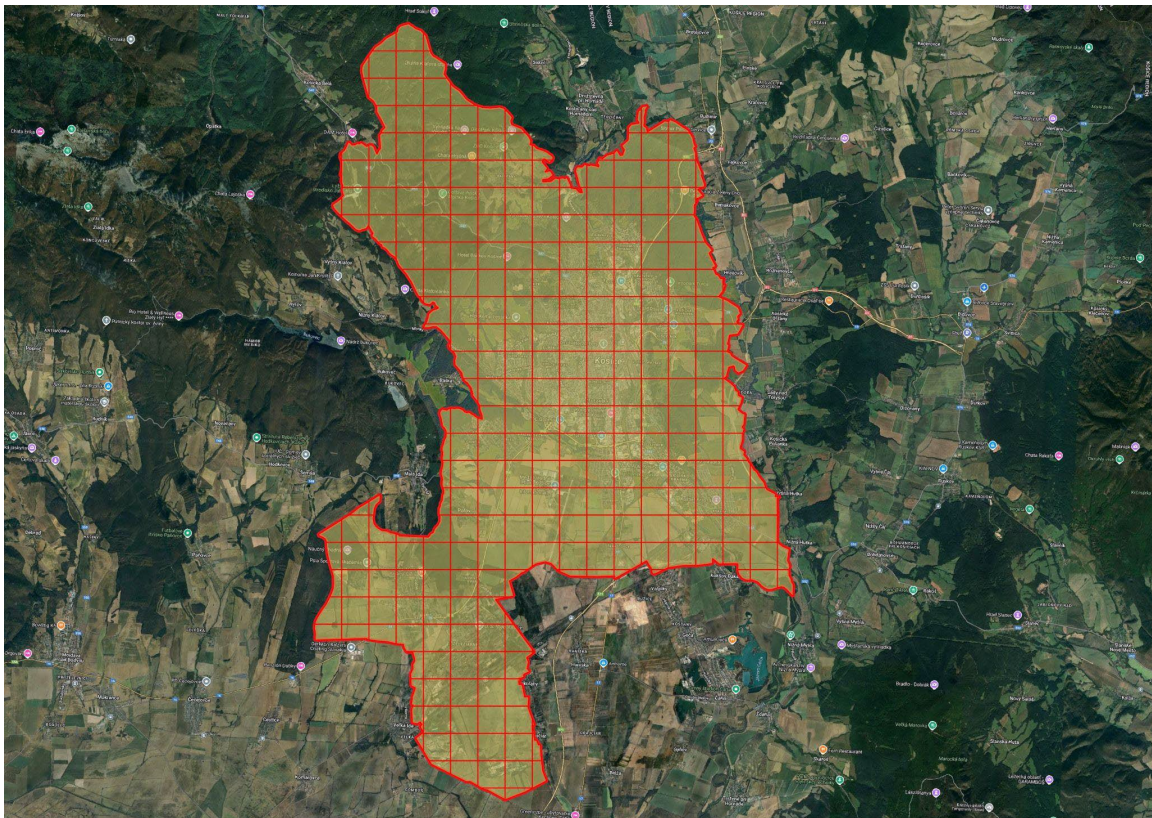
DPZ – MINIMÁLNE ATRIBÚTY

- 1) **Cieľ projektu:** Cieľom diaľkového prieskumu Zeme (DPZ) je získať aktuálne, priestorovo presné a technicky relevantné dáta o mestskej infraštruktúre a jej stave pre integráciu do mestského dátového skladu, Open Data portálu (ISVS_11079), Geografického informačného systému (ISVS_5733). Príklady využitia: 3D modely objektov, podrobná ortofotomapa, monitoring cestnej infraštruktúry, mapovanie zelene, hodnotenie urbanistických prvkov.

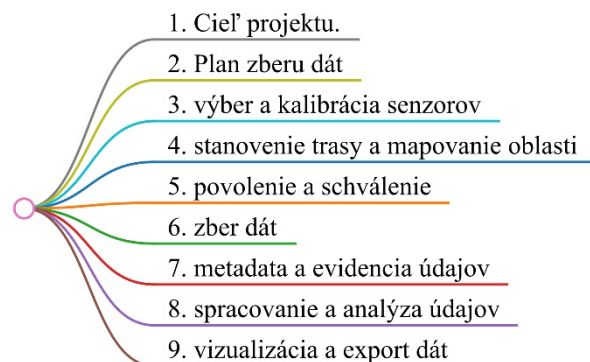
- 2) **Plán zberu dát:** Vypracovanie podrobného plánu zberu dát, ktorý zahŕňa: harmonogram leteckých misií podľa lokality a počasia, v prípade použitia typu UAV (senzorická kapacita, dolet), špecifikáciu senzorov (fotogrametrické kamery, LiDAR, iné), zverejnenie prevádzkovej príručky DPZ, zabezpečenie posádky a pozemného monitoringu, kontrola VFR/CTR zón, najmä koordinácia s ATC Košice.
- 3) **Výber a kalibrácia senzorov:** Výber vhodných senzorov podľa požadovaného výstupu (napr. RGB pre ortofotomapy, LiDAR pre reliéf), kalibračný protokol snímacieho zariadenia alebo kalibračná skúška na testovacom polygóne s referenčnými terčmi, overenie presnosti senzora pred štartom (napr. výškové a horizontálne presnosti), CE certifikácia zariadení a záznam do kalibračného protokolu.
- 4) **Stanovenie trasy, obdobia a mapovanie oblasti:** Plánovanie trás letov v súlade s bezpečnostnými štandardmi (EASA, LÚ SR), letecké meračské snímky musia byť nasnímané s 80% pozdĺžnym a 60% priečnym prekrytom medzi snímkami, rešpektovanie zastavaného územia a pohybu osôb, zabezpečenie pádových zón a pozemnej komunikácie s ATC.
- 5) **Povolenia a schválenia:** Získanie notifikácie alebo povolenia od príslušných orgánov: ATC Košice – prevádzkovateľ riadeného priestoru (CTR LZKZ), Letecký úrad SR, Úrad pre ochranu osobných údajov, Zápis UAV operácií do leteckého denníka, vedenie misie pod zodpovednou osobou.
- 6) **Zber dát (výkon DPZ):** Realizácia zberu dát na základe schválenej trasy a plánovanej letovej misie, súčasné zaznamenávanie: obrazových údajov (RGB, multispektrálne), hustého mračna bodov (LiDAR), zabezpečenie bezpečnosti obyvateľstva (doprovod, značenie, páskovanie), dodržanie prevádzkového protokolu pre Košice.
- 7) **Metadáta a evidencia údajov:** Pre každý dátový výstup zabezpečiť metadáta: dátum a čas zberu, súradnicový systém (napr. EPSG:5514), presnosť, senzory, formáty, záznam o misii, GPS logy a súradnicové korekcie (napr. PPK/RTK log).
- 8) **Spracovanie a analýza údajov:** Napr. spracovanie mračna bodov, tvorba ortofotomáp z leteckých meračských snímok, analýza zistení: poškodenie povrchov, nelegálne skládky, vegetačné zásahy, identifikácia objektov pre účely GIS a OpenData integrácie (napr. cestná infraštruktúra, mestská zeleň), kontrola presnosti výstupov voči validačnej referenčnej sieti.
- 9) **Vizualizácia a export dát:** Vizualizácia výstupov pomocou nástrojov ako QGIS, ArcGIS, CloudCompare, generovanie výstupov: 3D modely (OBJ, LAS, IFC), Ortofotomapy (rastrový formát TIF+TFW a JPG+JGW po mapových listoch (ML) mierky 1:500 (príp. 1:250), pričom každý ML obsahujúci záujmové územie musí byť pokrytý digitálnou

ortofotomapou na celej ploche ML), Vektorové vrstvy (SHP, DXF), implementácia do ISVS_11079 a ISVS_5733.

- 10) **Záverečná dokumentácia:** Záverečná správa obsahuje: ciele a rozsah merania, použitú metodiku a vybavenie, dosiahnuté výsledky, identifikované problémy, odporúčania pre budúce merania v mestskom prostredí, kalibračné protokoly, mapové výstupy, schémy letových trás, metadáta.



Celková plocha: 306 polygónov (1 km), zdroj: Google Maps, 2025, QGIS



Obrázok procesná matica: Dialľkového prieskumu zeme

PPZ – POZEMNÝ PRIESKUM ZEME

Zber point cloudu pre mobilný LIDAR znamená získanie informácií o okolí pomocou vysielania laserových lúčov a merania ich odrazu od objektov v prostredí. V prípade vertikálnych plôch sa tým získavajú informácie o výškach a profiloch týchto plôch. Tieto informácie sú potom zaznamenané ako body v trojrozmernom priestore, ktoré tvoria tzv. **"point cloud"** - množinu bodov v priestore, ktoré reprezentujú okolitý svet. V rámci tejto množiny bodov sú potom body, ktoré reprezentujú vertikálne plochy, zaznamenané ako body s výraznou zmenou výšky vzhľadom na okolité body a majú tak vysokú vertikálnu hodnotu v point cloudu. Tieto body môžu byť následne využité pre rôzne aplikácie, ako napríklad pre modelovanie terénu, detekciu prekážok alebo navigáciu v prostredí. **PPZ** je systémový zber údajov založený na mobilnom skenovaní, ktorý umožňuje zbierať georeferencované 3D dáta z urbanizovaných mestských zón (ulíc, ciest a území väčšieho rozsahu). Tento systém je často používaný pre zber údajov potrebných na tvorbu digitálnych modelov terénu, mapovanie ciest, rozšírenie podrobností pre správu majetku, resp. tvorbu digitálneho dvojčata.

Proces zberu dát pomocou mobilného laser skeneru (ďalej len MLS) zahŕňa predinštalované zariadenie umiestnené na vozidle. Toto zariadenie obsahuje rôzne senzory a kamery, ktoré sú následne synchronizované tak, aby vytvárali presné georeferencované údaje. Senzory zahŕňajú laserový skener (LiDAR), ktorý umožňuje zaznamenať presné 3D body a RGB kamery, ktoré umožňujú zbierať farebné fotografie okolia (s pokrytím v súčte 360°). V procese zberu dát vozidlo prechádza cestami a ulicami, zatiaľ čo senzory zaznamenávajú údaje o okolí. Tieto údaje sú následne spracované a transformované do formy, ktorá umožňuje tvorbu digitálnych modelov terénu a ďalších georeferencovaných údajov. MLS poskytuje rýchly a spoľahlivý spôsob zberu georeferencovaných 3D údajov a je vhodný pre použitie v rôznych aplikáciách, vrátane geodézie, priemyslu, dopravy a tvorby virtuálnych svetov "Digital twin".

$$P = \{(x_i, y_i, z_i, r_i, g_i, b_i) \mid i \in \{1, 2, \dots, n\}\}$$

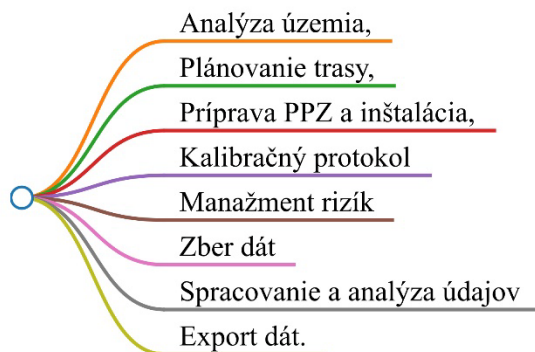
kde x_i , y_i , a z_i predstavujú súradnice bodov v 3D priestore, r_i , g_i a b_i predstavujú farby týchto bodov v RGB farebnom modeli a n je počet bodov, ktoré boli zozbierané pomocou LiDARu. Tento vzorec zahŕňa polohu bodov v 3D priestore a ich farbu, ktorá sa môže použiť na ďalšie zhodnotenie v rámci (kalibrácie) identifikácie polôh jednotlivých PPZ a DPZ.

PPZ – PROCESNÁ MATICA

- 1) **Analýza územia:** Rekognoskácia, presné meranie (Klasická geodézia) Priestorová analýza, identifikácia ďalších parametrov pre plánovanie optimálnej trajektórie zberu dát, geomorfológia, dopravné zhodnotenie, svetlá výška mostných konštrukcií a podchodov.
- 2) **Plánovanie trasy:** Pred začatím zberu dát je potrebné vyhotoviť optimálny plán a trajektóriu, vhodnú trasu digitálnych meračských prác, ktorá by pokrývala požadovaný rozsah prác na území (napr. 3D modely kompletného urbanizmu, digitálne modely terénu, mapovanie zelene a infraštruktúry, atď.), aký rozsah územia by mal byť pokrytý a aké aplikácie by mohli byť použité pre využitie získaných dát. Trasa by mala byť zvolená na základe potrieb prístupu k projektu a musia byť oslovení aktéri (MMK, PZ SR, Mestská polícia, resp. správca komunikácie).
- 3) **Príprava PPZ a inštalácia:** Inštalácia zariadenia pre pozemný prieskum zeme LiDAR - ového typu na vozidlo pre zber dát. Zariadenie musí byť správne nainštalované a kalibrované pre získanie presných údajov, komparačná skúška na validáciu polohovej presnosti (referenčná kontrolná skúška). Výsledok komparačnej skúšky zverejnený a publikovaný pre objednávateľa.
- 4) **Kalibračný protokol:** Pred samotným začiatkom ostrého zberu dát v teréne je nevyhnutné vykonať dôkladnú kalibráciu a overenie funkčnosti pozemného mapovacieho systému (MLS – Mobile Laser Scanning). Kalibrácia zabezpečuje, že celý systém – od hardvérovej časti (skenovacia jednotka, GNSS/IMU navigácia, kamery) až po softvérové výstupy – pracuje v súlade s požiadavkami na presnosť a spoľahlivosť výstupných dát. Na tento účel sa využíva testovací polygón, čo je geodeticky overený priestor s presne definovanými kontrolnými bodmi. Tieto body slúžia ako referenčné miesta na porovnanie údajov nameraných pozemným skenerom.
- 5) **Manažment rizík:** Zabezpečenie potrebných povolení a schválení od príslušných orgánov pre výkon meračských prác (Diaľkového a pozemného prieskumu zeme). Zhodnotenie vonkajších vplyvov ako interferencie, signál z Lidaru môže byť rušený interferenciami od iných zariadení, ako sú napríklad Wi-Fi siete, mobilné telefóny a rádiové vysielanie, meteorologické podmienky a kvalita vzduchu na území Mesta Košice, čo môže mať vplyv na presnosť merania. Napríklad prach a smog môžu znižovať intenzitu signálu a spôsobovať zoslabnutie signálu.
- 6) **Zber dát:** Po dokončení inštalácie a kalibrácie nasleduje samotný pozemný zber dát, ktorý by mal byť uskutočnený podľa stanoveného plánu a úplného rozsahu. Počas zberu údajov je súčasťou LiDAR-u aj kamera na zaznamenávanie farebných fotografií a následné priradenie farieb k mračnu bodov a generovanie 360° panoramatických fotografií

(snímok). Súčasťou je zabezpečenie dopravných signalizácie, monitoringu pohybu PPZ a ďalších opatrení na zabezpečenie bezpečnosti počas výkonu.

- 7) **Spracovanie a analýza údajov:** Po zbere digitálneho mračna bodov je potrebné procesné dáta spracovať, registrovať, georeferencovať a optimalizovať, klasifikovať pre použitie v rôznych aplikáciách. V mestských oblastiach je veľa reflektívnych povrchov, ako sú napríklad sklá, kovové budovy a vozidlá. Tieto povrchy môžu odraziť signál z Lidaru a spôsobiť nepresnosti v zobrazovaní, pre elimináciu polohového skreslenia je dôležité dodatočné domeranie. Tento proces zahŕňa napr. tvorbu 3D mesh modelov, spracovanie vektorových dát pre potreby digitálnej evidencie v GIS systéme v meste (napr. pasporty majetku ako cestná infraštruktúra, mestská zeleň atď).
- 8) **Export dát:** Získané a spracované údaje budú použité v jasne definovanej štruktúre pre mesto Košice. Bodové dáta, ktoré obsahujú množstvo 3D súradníc (x, y, z) reprezentujúcich povrchové vlastnosti skenovaného objektu alebo prostredia, sú podľa potreby transformované do polygónovej meshovej objektivej entity alebo vektorových vrstiev (pozri bod 6 vyššie), s ktorými sa ďalej pracuje pri jednotlivých aplikačných možnostiach pre **Open Data portál (isvs_11079)**, resp. **Geografický informačný systém (isvs_5733)**.



Obrázok procesná matica: Pozemného prieskumu zeme

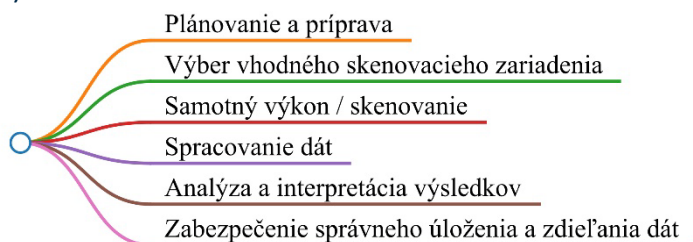
TS – TERESTRICKÉ SKENOVANIE

Terestrické laserové skenovanie je metóda merania, ktorá využíva laserové zariadenie pre systematický zber dát všetkých viditeľných objektov v ťažko prístupných miestach. Tento proces zahŕňa meranie horizontálnych a vertikálnych uhlov a dĺžky. Výsledkom je množina bodov definovaných priestorovými súradnicami (x, y a z), ktorá sa nazýva mračno bodov. Množina týchto bodov sa následne používa na vytvorenie digitálneho modelu terénu alebo 3D modelu objektov v danej oblasti. Táto technológia je často používaná v geodézii, architektúre, stavebníctve a priemysle a má mnoho výhod, ako napríklad rýchlosť a presnosť merania, možnosť merania z

dlhých vzdialeností a schopnosť zachytiť detaily terénu a objektov. Vzhľadom na uvažované efektívnejšie aplikácie zberu dát na území mesta Košice, rovnako tak aj na rozsah, má táto aplikácia len doplnkový charakter.

Projekt terestrického skenovania zberu dát pre mesto by mal obsahovať:

- 1) **Plánovanie a príprava:** určenie oblasti skenovania, určenie rozsahu a presnosti požadovaných dátových údajov, zabezpečenie prístupu na miesto skenovania, notifikácia správcovi, definovanie hustoty a intervalu stanovíšť.
- 2) **Výber vhodného skenovacieho zariadenia:** zariadenie by malo byť schopné zachytiť požadované detaily, zariadenie by malo mať dostatočnú presnosť merania, zariadenie by malo byť kompatibilné s potrebným softvérom.
- 3) **Samotný výkon/Skenovanie:** realizácia skenovania v určenom rozsahu a s požadovanou presnosťou, zaznamenanie všetkých potrebných dát, v prípade potreby opakovanie skenovania na miestach s nízkou kvalitou dát, odfiltrovanie dynamických objektov (autá, ľudia), v prípade potreby mapovania iných mestských entít.
- 4) **Spracovanie dát:** prenos dát do softvéru pre spracovanie, tvorba 3D modelov a máp, vytvorenie detailných a presných digitálnych modelov miesta.
- 5) **Analýza a interpretácia výsledkov:** vyhodnotenie dát získaných z terestrického skenovania, identifikácia oblastí, ktoré vyžadujú ďalšie skenovanie alebo ďalšie opatrenia, využitie dát na tvorbu plánov a projektov, napr. v oblasti architektúry, dopravy, inžinierstva, atď.
- 6) **Zabezpečenie správneho uloženia a zdieľania dát:** zabezpečenie správneho uloženia a archivácie dát, zabezpečenie prístupu k dátam pre rôzne zainteresované strany v rozsahu plnenia Open Data portálu (ISVS_11079), Geografického informačného systému (ISVS_5733).



Obrázok procesná matica: Terestrické skenovanie

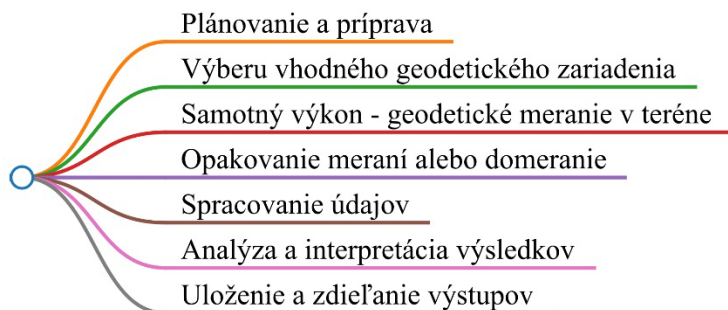
GZ – GEODETICKÉ ZAMERANIE OBJEKTOV

Geodetické zameranie (GZ) objektov predstavuje súbor odborných činností zameraných na presné polohové a výškové určenie vybraných objektov nachádzajúcich sa v správe mesta Košice.

Cieľom je vytvorenie presnej digitálnej reprezentácie mestského prostredia, slúžiacej ako podklad pre plánovanie, údržbu, obnovu a správu mestskej infraštruktúry v GIS prostredí. Zameranie sa týka najmä nasledovných kategórií objektov: Dopravná infraštruktúra (komunikácie, chodníky, parkoviská, križovatky, obrubníky, priepusty), zeleň a vegetačné prvky (stromy, trávnaté plochy, živé ploty, záhony), mestský mobiliár (lavičky, odpadkové koše, informačné tabule, zastávky MHD, oplotenia), Inžinierske siete – nadzemné prvky (stĺpy verejného osvetlenia, trafostanice, hydranty), architektonické a stavebné objekty (budovy, múry, ploty, garáže, technické objekty), dopravné značenie a prvky bezpečnosti (dopravné značky, zábrany, spomaľovače, priechody pre chodcov).

- 1) **Plánovanie a príprava:** Určenie oblasti merania a identifikácia častí mesta (komunikácie, mobiliár, zeleň, objekty urbánneho vybavenia), ktoré budú predmetom geodetického zamerania. Určenie rozsahu a požadovanej presnosti údajov, definovanie požadovanej priestorovej presnosti (napr. $RMSE_{xyz} \leq 0,10$ m), typu výstupov (napr. 3D DXF, geodatabáza) a požiadaviek na geodetické body (napr. charakteristické body objektov, os komunikácie, hrany chodníkov). Zabezpečenie prístupu na merané územie, administratívne nahlásenie činností správcom komunikácií, dopravného značenia, zelene alebo budov. Získanie súhlasov a povolení na vstup. Definovanie hustoty bodov a intervalu stanovísk: Určenie počtu geodetických stanovísk, viditeľnosti medzi bodmi a intervalov merania vzhľadom na rozsah územia.
- 2) **Výber vhodného geodetického zariadenia:** Výber zariadení podľa typu merania: využitie totálnej stanice, GNSS prijímača alebo nivelačného prístroja podľa povahy merania. Presnosť merania – zariadenie musí zodpovedať požiadavke na presnosť merania v rámci danej kategórie stavby alebo priestoru. Kompatibilita so spracovateľským softvérom – Výstupy zo zariadenia musia byť exportovateľné do formátov napr. DXF, GDB, alebo iných štandardizovaných štruktúr v súlade so súradnicovými systémami S-JTSK, Bpv, WGS84 a pod.).
- 3) **Samotný výkon – Geodetické meranie v teréne:** Založenie geodetickej siete/stanovísk, zameranie alebo využitie existujúcich referenčných bodov, zriadenie pevných stanovísk s vhodnou viditeľnosťou. Zaznamenanie požadovaných údajov, meranie detailov objektov – hrán ciest, chodníkov, zelených plôch, značiek, fasád budov, plotov, stĺpov, prípojkov, technických zariadení v zmysle zamerania jednotlivých bodov.
- 4) **Opakovanie meraní alebo domeranie:** V prípade nedostatočného prekrytia, chýb alebo chýbajúcej viditeľnosti je vykonané doplňujúce meranie. Eliminácia rušivých vplyvov, zohľadnenie dynamických prvkov (pohybujúce sa autá, chodci) pri časovaní merania alebo ich identifikácia a vylčenie zo spracovania.

- 5) **Spracovanie údajov:** Prenos dát z meracích zariadení: Import údajov do geodetického softvéru (napr. GeoStation, Trimble Business Center, AutoCAD Civil, ArcGIS). Výpočet súradníc, vyrovnanie siete: Spočítanie, vyrovnanie a kontrola presnosti údajov; klasifikácia bodov, tvorba 3D výstupov. Výstupy: 3D situácie v DXF alebo iné, textové súradnicové výstupy (TXT, CSV), digitálny plán so špecifikáciou vrstiev podľa typu objektu.
- 6) **Analýza a interpretácia výsledkov:** Kontrola úplnosti a presnosti dát, overenie splnenia požiadaviek na hustotu bodov, presnosť a úplnosť pokrytia.
- 7) **Doplnenie alebo návrh opakovaného merania:** V prípade nezrovnalostí sa identifikujú miesta pre domeranie. Využitie v ďalších aplikáciách: Výstupy sú využiteľné ako podklady pre technickú infraštruktúru, pasporty, BIM modely budov, plánovanie obnovy ulíc a dopravných trás.
- 8) **Uloženie a zdieľanie výstupov:** Archivácia dát a dokumentácie, uloženie dát v súlade s požiadavkami mesta Košice – štruktúrované úložisko (napr. geodatabáza, zálohovanie, protokol o meraní). Zdieľanie so zainteresovanými stranami: Prepojenie s útvarmi MMK (doprava, výstavba, správa komunikácií), mestskými podnikmi a externými subjektmi.



Obrázok procesná matica: Geodetické zameranie objektov

MINIMÁLNE ATRIBÚTY

Minimálne štandardy by mali tvoriť súčasť metodického rámca pre spracovanie, zdieľanie a používanie mestských geodát mesta Košice v súlade so Smart City princípmi a digitálnou transformáciou samosprávy. V záujme zabezpečenia efektívneho využitia geodát pre potreby mesta Košice – predovšetkým v oblastiach správy a manažmentu geopriestorových údajov – je nevyhnutné, aby tieto dáta spĺňali určité kvalitatívne a štrukturálne požiadavky. V prvom rade sa vyžaduje vysoká **geometrická presnosť**, ktorá zaručí správnu lokalizáciu bodov, výšok a geometrických vzťahov v priestore. Táto presnosť je kľúčová pri plánovaní rozvoja mesta, hodnotení kapacít územia či posudzovaní kolíznych situácií. Rovnako dôležitá je topologická korektnosť, teda zabezpečenie logických väzieb a bezchybného prepojenia medzi prvkami ako sú

body, línie a plochy. Dátová báza musí byť bez prekrývání, nesmie obsahovať duplicity ani neuzavreté geometrie a musí podporovať analýzy na úrovni vzťahov medzi jednotlivými entitami.

Ďalšou požiadavkou je **primeraná mierka detailu**, ktorá by mala zodpovedať účelu a rozsahu využitia dát v rámci jednotlivých aplikačných možností pre Open Data portál (ISVS_11079) a Geografický informačný systém mesta Košice (ISVS_5733). Objekty v evidencii mesta Košice – vrátane prvkov dopravnej infraštruktúry, verejných priestranstiev, vegetácie, mobiliáru, budov a značenia – musia byť reprezentované s dostatočnou úrovňou detailnosti, ktorá umožní ich zobrazenie, analýzu a využitie v rámci mestských agend. Táto úroveň detailu musí zabezpečiť schopnosť jednoznačnej identifikácie jednotlivých entít, ich geolokáciu, prípadne technickú interpretáciu vo forme tematických vrstiev dostupných v mestskom GIS prostredí a opendata výstupoch.

Aktualizácia geodát musí byť zabezpečená systematicky a pravidelne. Odporúča sa – minimálne v ročných cykloch – ako aj operatívne v prípade rekonštrukcií alebo vzniku nových objektov. Použité technológie môžu zahŕňať geodetické merania GNSS, terestrické laserové skenovanie (TLS), fotogrametriu alebo UAV snímanie a mobilné mapovanie. Dôležitá je konzistencia všetkých dát, teda zosúladenie rôznych vstupov do jednotného súradnicového systému a ich spracovanie podľa jednotnej dátovej štruktúry. Z pohľadu **interoperability** je nevyhnutné, aby boli všetky výstupy pripravené vo formátoch umožňujúcich ich bezproblémovú integráciu do existujúcich informačných systémov mesta Košice – najmä do mestského GIS systému (GISPLAN) a verejne prístupného OpenData portálu mesta Košice. Odporúčané sú otvorené štandardy ako GML, CityGML, IFC alebo GeoJSON, ktoré podporujú výmenu a opakované využitie údajov. Každý výstupný dataset musí byť zároveň vybavený úplnými a štruktúrovanými metadátami, ktoré zahŕňajú údaje o pôvode a autorovi dát, použitých zberových a spracovateľských metódach, rozsahu pokrytia, ako aj dátum a verziu aktualizácie. Tieto požiadavky sú nevyhnutné pre zabezpečenie jednotnej dátovej infraštruktúry, podporu analytických nástrojov mesta a transparentného zdieľania dát so širokou odbornou a občianskou verejnosťou.

Geodáta musia byť usporiadané tematicky (klasifikované) – napríklad do vrstiev budov, zelene, dopravných stavieb či mestského mobiliáru – a podporovať zobrazenie v 2D aj 3D prostredí. Takéto usporiadanie umožní ich efektívne využitie v rôznych oblastiach – od urbanizmu a architektúry, cez dopravu, až po environmentálne plánovanie. Pre zabezpečenie efektívnej správy, aktualizácie a využitia priestorových údajov je nevyhnutné, aby boli geodáta mesta Košice systematicky klasifikované. Táto klasifikácia umožňuje zjednotený prístup k údajom v mestskom GIS systéme GISPLAN (ISVS_5733), ako aj ich prepojenie na OpenData portál (ISVS_11079) a ostatné dátové platformy využívané v územnoplánovacích, majetkovo-právnych či inžinierskych agendách.

- 1) **Tematická klasifikácia:** Geodáta sú usporiadané podľa tematických oblastí, pričom každá vrstva obsahuje objekty s príbuznou funkciou, charakteristikami alebo právnym režimom. Medzi hlavné tematické vrstvy patria: **Zástavba** – objekty evidované ako budovy, stavby, pamiatky, **Dopravná infraštruktúra** – cesty, chodníky, križovatky, cyklotrasy, priechody, **Verejné priestory a zeleň** – parky, stromoradia, verejné plochy, trávniky, ihriská, **Mestský mobiliár** – lavičky, osvetlenie, informačné tabule, kontajnery, **Informačné a orientačné prvky** – statické a dynamické dopravné značenie, **Technická infraštruktúra** – podzemné vedenia, šachty, technické objekty
- 2) **Lokalizačný register:** Každý objekt v mestskom geodátovom prostredí musí byť evidovaný v lokalizačnom registri, ktorý zabezpečuje jednoznačné priradenie objektu k jeho priestorovej identite. Lokalizačný register slúži ako referenčný rámec pre identifikáciu a správu objektov, ktoré sú súčasťou územia mesta Košice. Kľúčovým aspektom je ich lokalizácia v priestore (súradnice) a typologické zaradenie podľa geometrie, funkcie a fyzických charakteristík. Každý objekt v lokalizačnom registri musí byť priradený k jedinečnému identifikátoru (napr. UUID) a doplnený o atribúty ako: názov, typ objektu, geometrická reprezentácia, dátum vytvorenia alebo aktualizácie, zodpovedný správca údajov a odkaz na tematickú vrstvu v rámci mestského GIS.
- 3) **Klasifikácia podľa zdroja a presnosti:** Každý dátový prvok je označený metadátami určujúcimi jeho pôvod a úroveň presnosti. Zdroje môžu byť: Presnosť sa klasifikuje podľa toho, či je objekt určený na technické výpočty (cm presnosť), vizualizácie (dm presnosť) alebo orientačné prehľady (m presnosť).
- 4) **Správny prekryt trajektórií – polygónu:** Každá trajektória/polygón musí mať dostatočný prekryt v hraničných zónach (min. 30–50 % v prípade paralelných jazdných pruhov), Kľúčové body križovania a zmeny smeru musia byť zaznamenané v každej z trajektórií. Overenie a schválenie správnosti prekrytov sa vykonáva **vizuálne aj softvérovo** (napr. v nástrojoch ako TerraScan, CC a iné).
- 5) **Metadáta – výstupy pre kontrolu a archiváciu:** KML/GPKG/SHP súbory s navrhnutými a reálne prejdеныmi trajektóriami, záznam GNSS trajektórie v RINEX alebo iných referenčných formátoch, dátové záznamy pre každý deň s nasledovnými údajmi: dátum, čas štartu a ukončenia merania, posádka (operátor, vodič, technik), typ zariadenia a sériové číslo, počasie, obmedzenia (technické/environmentálne).

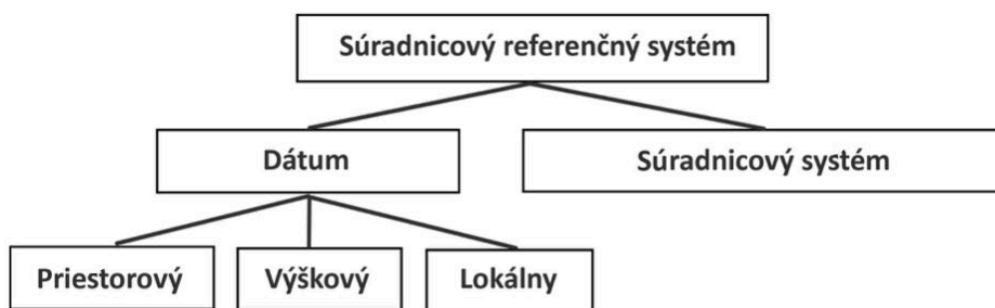
VALIDÁCIA DÁT Z RÔZNYCH ZDROJOV

Validáciu a kalibráciu dát z rôznych dátových zdrojov si možno predstaviť ako snahu stanoviť akceptovateľnú, prípadne jedinečnú sadu parametrov, ktorá zabezpečí zhodu medzi meranými (digitálnymi) a reálnymi ukazovateľmi skutočného vyhotovenia (reálny stav). Na vyjadrenie zhody medzi pozorovanými a namodelovanými údajmi sa počas validácie modelov používajú rôzne kritériá zhody. Tieto kritériá sa tiež môžu uvádzať pod pojmom optimalizačné, kalibračné alebo cieľové funkcie. Ich úlohou je nielen vystihovať rozdiel medzi modelom a reálnym objektom, či iné vyhodnocované sady parametrov modelu, ale musia i zohľadňovať ciele aplikácie modelu a ich uplatnenie pre individuálne potreby Magistrátu mesta Košice. Sekundárna kontrola je zobrazenie transformovanej geometrie jednotlivých 3D objektov (DPZ, PPZ, TS) vo vzťahu k definovaným mierkam a jednotlivým charakteristickým výstupom zobrazenia pre územné a stavebné procesy.

Merania sú homogénne rozložené, pokrývajú cca 10% územia intravilánu. Veľké množstvo geodetických diel (napr. Vektorová katastrálna mapa) je vedených v systéme S-JTSK (JTSK). Je dobré si uvedomiť rozdiely oboch realizácií S-JTSK (JTSK03).

PPZ

$$P = \{(x_i, y_i, z_i, r_i, g_i, b_i) \mid i \in \{1, 2, \dots, n\}\} DPZ$$



$$I = P * (C * A * T * R * e^{(-2\alpha r)} / (r^2))$$

Štruktúra geo-priestorových údajov vo vzťahu k súradnicovému referenčnému systému

VALIDÁCIA GEODÁT

VALIDÁCIA LIDAR-OVÝCH DÁT

Rôzne aplikácie pre zber dát pomocou LiDAR - u sa líšia v závislosti od typu, ako napr. pozemný alebo diaľkový resp. terestrický. Validáciou pri spracovaní eliminujeme základné rozdiely medzi týmito dvoma typmi zberu:

- a) *registráciou snímok,*
- b) *georeferencovaním modelu,*
- c) *filtrovaním údajov,*
- d) *korekciou,*
- e) *generovaním (meshu).*

Kroky a), b) a c) musia byť vykonané ako opakované a spojené pomocou prekrývajúcich sa obrazov. Pri spracovaní dát z LiDAR technológie, či už ide o pozemný alebo diaľkový prieskum, je cieľom validácie eliminovať rozdiely medzi týmito typmi zberu a zabezpečiť jednotný, presný a kvalitný výstup. Kľúčovým predpokladom tohto procesu je využitie prekrývajúcich sa snímok, ktoré umožňujú:

- **precíznu registráciu** – teda priestorové zladenie jednotlivých skenov do jedného celku,
- **porovnanie a overenie presnosti** (validácia) voči kontrolným bodom alebo iným dátovým zdrojom,
- **kombinovanie údajov** za účelom zvýšenia hustoty a detailnosti výstupného modelu.

Prekrývanie snímok je preto nevyhnutné na zaistenie **kontinuity, konzistencie, presnosti a kvality** celkového modelu. Výsledkom validácie je dátová sada, ktorá je **presná** v polohe aj výške, **očistená** od šumu a chýb, **porovnateľná a zlučiteľná** s inými dátovými zbierkami a plne **vhodná na ďalšie využitie** v prostrediach GIS, BIM, pri urbanistickom plánovaní či v oblasti Smart Cities.

Číslo	X	Y	Z (bpv)	λ	ϕ	h	X RMS	Y RMS	Z RMS	SURADNICOVÝ SYSTÉM
1	-1277146	-577763	191.967	17.04885	48.17331	235.928	0.011	0.013	0.018	S-JTSK / Krovak East North + Baltic 1957 height
2	-1277143	-577752	191.848	17.04898	48.17334	235.809	0.011	0.012	0.016	S-JTSK / Krovak East North + Baltic 1957 height
3	-1277127	-577763	192.041	17.04882	48.17348	236.002	0.11	0.146	0.269	S-JTSK / Krovak East North + Baltic 1957 height
4	-1277127	-577763	192.305	17.04882	48.17348	236.266	0.01	0.011	0.017	S-JTSK / Krovak East North + Baltic 1957 height
5	-1277118	-577764	192.525	17.0488	48.17355	236.486	0.01	0.013	0.019	S-JTSK / Krovak East North + Baltic 1957 height
6	-1277104	-577764	192.749	17.04877	48.17368	236.709	0.011	0.012	0.019	S-JTSK / Krovak East North + Baltic 1957 height
7	-1277093	-577764	192.897	17.04876	48.17378	236.858	0.015	0.017	0.021	S-JTSK / Krovak East North + Baltic 1957 height
8	-1277072	-577765	193.128	17.04871	48.17396	237.088	0.01	0.012	0.018	S-JTSK / Krovak East North + Baltic 1957 height
9	-1277062	-577767	193.352	17.04868	48.17406	237.313	0.011	0.011	0.016	S-JTSK / Krovak East North + Baltic 1957 height
10	-1277041	-577771	192.388	17.0486	48.17424	236.348	0.012	0.015	0.022	S-JTSK / Krovak East North + Baltic 1957 height
11	-1277025	-577774	192.632	17.04854	48.17438	236.592	0.01	0.014	0.017	S-JTSK / Krovak East North + Baltic 1957 height
12	-1277001	-577778	193.328	17.04844	48.17459	237.288	0.114	0.185	0.198	S-JTSK / Krovak East North + Baltic 1957 height
13	-1276975	-577783	194.877	17.04834	48.17482	238.837	0.011	0.013	0.019	S-JTSK / Krovak East North + Baltic 1957 height
14	-1276940	-577790	195.054	17.0482	48.17513	239.014	0.01	0.011	0.015	S-JTSK / Krovak East North + Baltic 1957 height
15	-1276917	-577798	196.754	17.04806	48.17533	240.714	0.011	0.015	0.019	S-JTSK / Krovak East North + Baltic 1957 height
16	-1276899	-577803	196.361	17.04797	48.17548	240.321	0.018	0.017	0.046	S-JTSK / Krovak East North + Baltic 1957 height
17	-1276892	-577787	193.728	17.04818	48.17555	237.687	0.011	0.013	0.018	S-JTSK / Krovak East North + Baltic 1957 height
18	-1276918	-577776	193.273	17.04835	48.17533	237.233	0.013	0.012	0.022	S-JTSK / Krovak East North + Baltic 1957 height
19	-1276928	-577773	193.178	17.04841	48.17525	237.137	0.013	0.012	0.018	S-JTSK / Krovak East North + Baltic 1957 height
20	-1276945	-577768	192.81	17.0485	48.1751	236.77	0.015	0.012	0.014	S-JTSK / Krovak East North + Baltic 1957 height
21	-1276960	-577764	192.479	17.04857	48.17497	236.439	0.01	0.011	0.021	S-JTSK / Krovak East North + Baltic 1957 height
22	-1276980	-577761	192.215	17.04865	48.17479	236.175	0.011	0.01	0.017	S-JTSK / Krovak East North + Baltic 1957 height
23	-1276994	-577758	192.252	17.0487	48.17467	236.212	0.01	0.011	0.017	S-JTSK / Krovak East North + Baltic 1957 height
24	-1277038	-577755	191.64	17.0488	48.17428	235.6	0.01	0.012	0.019	S-JTSK / Krovak East North + Baltic 1957 height
25	-1277049	-577754	191.461	17.04883	48.17419	235.421	0.01	0.011	0.014	S-JTSK / Krovak East North + Baltic 1957 height
26	-1277069	-577752	191.209	17.04888	48.174	235.169	0.011	0.012	0.017	S-JTSK / Krovak East North + Baltic 1957 height
27	-1277099	-577751	191.016	17.04895	48.17373	234.976	0.015	0.01	0.022	S-JTSK / Krovak East North + Baltic 1957 height
28	-1277133	-577747	191.05	17.04904	48.17344	235.011	0.011	0.01	0.014	S-JTSK / Krovak East North + Baltic 1957 height
29	-1277141	-577746	190.848	17.04906	48.17336	234.808	0.012	0.011	0.017	S-JTSK / Krovak East North + Baltic 1957 height

Ukážka zhodnotenia v štruktúre csv. s polohovou chybou

Validačná skúška, napríklad aplikácia retroreflexných gúľ (guličiek), nám dopomôže po spojení jednotlivých dátových zdrojov k priemernému chybovému odhadu vzdialenosti cieľa 0,00X m a následnému reprojektovaniu do záväzného národného súradnicového systému (S-JTSK 03).

- Vzdialenosť od meraného objektu:** Pri pozemnom zbere sa LiDAR nachádza na zemi a meraný objekt je v jeho blízkosti. V diaľkovom zbere je LiDAR na lietadle alebo UAV a merané objekty sú výrazne ďalej.
- Uhly merania:** Pri pozemnom zbere sa zvyčajne merajú uhly vodorovne a zvislo. V diaľkovom zbere sa často používajú sklonené uhly, aby sa získala lepšia informácia o teréne.
- Hustota bodov:** Hustota bodov v LiDAR-u v point cloude závisí na parametroch merania, vrátane výkonu laseru a rýchlosti skenovania. Pri pozemnom zbere môže byť hustota bodov vyššia ako pri diaľkovom zbere.
- Vplyv prostredia:** Pri pozemnom zbere môže mať vplyv na merania faktory ako zemská krivka, nerovnosti terénu a prekážky, ktoré môžu byť na ceste. Pri diaľkovom zbere môžu nastať vplyvy vzdušných prvkov, ako sú napr. hmla alebo prach, ktoré môžu obmedziť dosah merania.

Validácia dát v rámci mobilného mapovania a tvorby digitálneho obrazu krajiny je **kľúčovým krokom na zabezpečenie presnosti, spoľahlivosti a použiteľnosti geodát**. Pri projektoch

realizovaných na území mesta Košice sa tento proces riadi jednotnou metodikou pozostávajúcou z nasledovných fáz:

- 1) Vytvorenie **sústavy kontrolných lokalít**, slúžiacich na porovnanie mobilne nameraných údajov (napr. mračien bodov) s referenčnými údajmi overenými autorizovaným geodetom.
- 2) **Kontrolné body** sú dočasne stabilizované pomocou výtyčiek a terčov upevnených na tzv. dvojnožkách, umožňujúcich presnú lokalizáciu v priestore.
- 3) Každý kontrolný bod je dokumentovaný formou: fotografie umiestnenia a signalizácie bodu, vizualizácie v mračne bodov, miestopisného záznamu s opisom prostredia a prípadných kolíznych faktorov.
- 4) Tieto záznamy slúžia ako archívna aj prevádzková referencia pre validáciu nameraných údajov. Hodnotí sa stredná odchýlka (**ΔXYp**) medzi polohou bodu v mračne a kontrolným bodom určeným geodetickým meraním. Výpočet zohľadňuje horizontálnu vzdialenosť bodov na vertikálnej (napr. fasádnej) rovine.

VALIDÁCIA DÁT Z FOTOGRAMETRIE

Fotogrametrické dáta (letecké snímky, UAV zábery alebo ortofotomapy) sú spracované do podoby 3D mračna bodov, ortofotomáp a digitálnych modelov terénu/objektov. Aby boli tieto dáta použiteľné pre technické a geodetické účely, musia byť správne referencované (priradené do jednotného súradnicového systému). Fotogrametrické dáta sa referencujú pomocou **geodeticky určených vlícovacích bodov do súradnicového systému S-JTSK**, následne sa validujú porovnaním s nezávislými kontrolnými bodmi. Správnosť sa hodnotí štatisticky (RMSE) aj vizuálne. Cieľom je zabezpečiť, že všetky spracované dáta budú použiteľné pre katastrálne a inžinierske účely, teda v súlade s národným referenčným rámcom. Výstupným formátom môže byť 3D mesh model objektu resp. **ortofotosnímká vyjadrená vo vzťahu cm/px**.



Ukážka rozlíšenia cm/px, zdroj:Geosensori

1. Súradnicový systém S-JTSK

- Všetky fotogrametrické výstupy sa transformujú do súradnicového systému S-JTSK (EPSG:5514), ktorý je záväzný pre katastrálne mapy a väčšinu inžinierskych aplikácií na Slovensku.
- S-JTSK je založený na Křovákovom kužeľovom zobrazení, používanom na jednotnú polohovú identifikáciu v rámci územia SR.

2. Proces referencovania

- Georeferencovanie: Fotogrametrické snímky sa polohovo viažu pomocou vlícovacích bodov (GCP – Ground Control Points), ktoré majú známe presné súradnice v S-JTSK.
- Transformácia: Po vložení GCP sa obrazové dáta matematicky transformujú tak, aby každému pixelu alebo bodu zodpovedala poloha v súradnicovom systéme S-JTSK.
- Kontrola presnosti: Po transformácii sa vykonáva overenie, či odchýlka medzi meranými súradnicami GCP a súradnicami určenými z fotogrametrie nepresahuje tolerancie (zvyčajne rádovo v centimetroch).

3. Validácia dát

- Kontrolné body (Check Points, CP) – nezávislé od GCP – sa používajú na overenie presnosti referencovania. Porovnáva sa vypočítaná poloha bodu s jeho geodeticky zameranou polohou v S-JTSK.
- Štatistická analýza odchýlok – počíta sa RMSE (Root Mean Square Error), ktorá udáva priemernú polohovú chybu.
- Kvalitatívne hodnotenie – kontroluje sa nielen poloha, ale aj geometrická správnosť (nesúvislosti v ortofotomapách, deformácie pri hraniciach blokov snímok).

4. Výstupy

- Validované fotogrametrické dáta sú odovzdávané vo formátoch (napr. GeoTIFF, LAS/LAZ, SHP, DXF) s jednoznačnou väzbou na súradnice S-JTSK.
- Všetky vrstvy (ortofoto, DTM, DSM, 3D modely) musia byť konzistentné a naviazané na geodetický základ v S-JTSK.

ZÁVEREČNÉ ZHODNOTENIE

Vzhľadom na veľký rozsah územia mesta Košice a jeho geomorfologickú predispozíciu, pri zohľadnení všetkých rizikových a limitujúcich faktorov, ktoré mestská štruktúra z hľadiska usporiadania líniovej urbánnej schémy ponúka a jednotlivých požiadaviek pre kvalitu dát z hľadiska polohovej presnosti a geometrického zobrazenia vertikálnych a horizontálnych údajov,

ktoré sú nevyhnutné pre jednotlivé plnenie v rozsahu projektov MMK a ich klasifikačných tried **pre úspešné plnenie tohto zadania je nevyhnutná kombinácia diaľkového a pozemného prieskumu zeme**. Digitálne geopriestorové dáta zohrávajú čoraz dôležitejšiu úlohu pri riadení miest, územnom plánovaní, správe infraštruktúry a poskytovaní moderných verejných služieb. V mestách, ako sú Košice, slúžia tieto dáta ako nevyhnutný nástroj na prepojenie reálneho priestoru so strategickým rozhodovaním, pričom vytvárajú priestor pre analytiku, predikciu a efektívne plánovanie.

Tieto výstupy následne využívajú rozhodovacie štruktúry mesta ako podklady pre strategické aj operatívne rozhodovanie – od plánovania investícií až po každodenné riadenie údržby. Súčasťou celého riešenia je aj **Geografický informačný systém (GIS), ktorý v prípade Košíc zastrešuje systém GISPLAN**. Tento systém poskytuje centralizované mapové a pasportizačné nástroje a prepája ich s ďalšími internými systémami mesta, ako sú kataster, ekonomické moduly či agendové aplikácie. V praxi umožňuje efektívnu správu mestského majetku, komunikácií, zelene a iných zložiek verejného priestoru. Veľkým prínosom pre transparentnosť a participáciu verejnosti je aj publikovanie týchto dát vo forme otvorených údajov. **Portál OpenData mesta Košice** poskytuje prístup k desiatkam datasetov z rôznych oblastí – od dopravy, školstva, kultúry, až po demografické či environmentálne dáta. Tieto údaje sú dostupné v otvorených formátoch a cez API, čím sa podporuje vývoj nových služieb, aplikácií a verejných inovácií.

Celková architektúra riešení je v súlade s platnou legislatívou (napr. Vyhláška 401/2023 Z. z. o riadení IT projektov) a rešpektuje princípy interoperability a otvorenosti. Dáta a komponenty sú evidované v systéme MetaIS a pripravené na budúce prepojenia s ďalšími prvkami digitálnej verejnej správy, ako sú národné moduly autentifikácie, centrálny registre alebo integračné platformy. **Vďaka takto nastavenému systému sa digitálne geopriestorové dáta stávajú základnou infraštruktúrou pre udržateľný rozvoj mesta. Umožňujú nielen naplňať aktuálne potreby mesta a jeho obyvateľov, ale tvoria aj základ pre ďalší rast, modernizáciu a rozvoj konceptov inteligentného mesta v súlade s princípmi eGovernmentu.**

LOKALIZAČNÉ REGISTRE MMK

Lokalizačný register predstavuje **štruktúrovanú databázu priestorovo viazaných objektov**, ktoré sú geodeticky zamerané a popísané pomocou **presnej polohy, geometrie a atribútových údajov**. Je súčasťou komplexného procesu **pasportizácie**, t. j. evidencie a popisu infraštruktúry a verejného priestoru mesta. Cieľom lokalizačného registra je **zabezpečiť jednotnú evidenciu všetkých mapovaných objektov** – napr. dopravných zariadení, stavebných prvkov, zelene, verejného osvetlenia či mobiliáru. Každý objekt je priradený k jednoznačnému ID, má definovaný

typ **geometrie** (napr. bod, línia, plocha) a obsahuje **atribúty** popisujúce jeho charakteristiky (napr. názov, materiál, funkcia, technický stav, dátum zamerania a pod.). Geopriestorové dáta musia byť integrované do informačného systému mesta a to nasledovne:

- **Geografický informačný systém (isvs_5733).** Systém GISPLAN je budovaný ako súčasť informačného systému mesta, v rámci ktorého je veľmi dôležitá centralizácia a zdieľanie informácií: <https://gisplan.kosice.sk/>. Obsahuje pasporty, mapové a agendové aplikácie vrátane integrácií na kataster nehnuteľností, ekonomický a administratívny IS a ďalšie IS (WEBLES, eSlužby). Pasport komunikácií je zrealizovaný pilotne pre Mestskú časť Západ, ostatné mestské časti chýbajú. Chýbajúce pasportizačné dáta z dopravy budú riešené v rámci projektu_3051 Pasportizácia mestskej infraštruktúry a zelene mesta Košice.
- **Open Data portál (isvs_11079).** Portál nadväzuje na jednotlivé informačné systémy Mesta Košice, z ktorých buď automatizovaným procesom alebo s manuálnou podporou získava zdrojové dáta, ktoré sú určené na verejné publikovanie vo forme otvorených údajov <https://opendata.kosice.sk/>. Mesto Košice na portáli publikuje datasety z oblasti fungovania samotnej samosprávy, ale aj z oblastí školstva, kultúry, životného prostredia, ako aj dáta týkajúce sa obyvateľstva, dopravy, infraštruktúry a športu. Portál v súčasnosti obsahuje 85 datasetov a disponuje natívnym API rozhraním.