



MINISTERSTVO
INVESTÍCIÍ, REGIONÁLNEHO ROZVOJA
A INFORMATIZÁCIE
SLOVENSKEJ REPUBLIKY



Využitie IoT v rámci inteligentnej samosprávy



Európska únia
Európsky sociálny fond



Operačný program
**Efektívna
verejná správa**



**INTELIGENTNÉ
MESTÁ A REGIÓNŸ**

Obsah

1	Nový druh mestských a regionálnych dát	4
2	Potreba dátovo orientovaného mestského a regionálneho rozvoja na Slovensku.....	6
3	Zber dát z inovatívnych riešení.....	7
4	IoT architektúra	8
5	Strategické východiská práce s dátami	12
6	Dimenzie využitia IoT dát	15
7	Priestorové dáta a ich pozadie	28
8	Integrácia dát z rôznych zdrojov v platformách	36
9	Dosiahnutie hodnoty za peniaze cez štandardizáciu riešení.....	44
10	Vízia a kooperácia pri využívaní IoT infraštruktúry	53
11	Odporúčania pre implementáciu IoT	56
	Záver	61
	ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK	62
	Príloha č. 1 – Internet internetu vecí.....	63
	Príloha č. 2 – Nové trendy v zbere a spracovaní priestorových dát	68

1 Nový druh mestských a regionálnych dát

Rozhodovanie územných samospráv o všestrannom rozvoji svojho územia a starostlivosti o potreby obyvateľov pri súčasnom počte klimatických, politických a ekonomických výziev predstavuje nesmierne náročný a komplexný proces. Narastajúce požiadavky medzinárodných spoločenských, štátu a najmä obyvateľov tak prirodzene podnietili vznik nových digitálnych technológií, ktoré umožňujú efektívnejšiu a racionalizáciu rozhodovania. Odborná literatúra opisuje rozhodovanie ako cieľnú činnosť skladajúcu sa z objavenia a následnej analýzy problému, určenia kritérií pre tvorbu variantov riešení a následného výberu jedného z nich, implementácie rozhodnutia, jeho sledovania a prípadnej korekcie. Väčšina z uvedených krokov má svoje vecné opodstatnenie, postupnosť a najmä spoločnú kľúčovú vlastnosť – ich priebeh, nákladovosť, výsledok a celková účinnosť je priamo úmerná množstvu, kvalite a druhu dát, ktoré boli pri ich realizácii k dispozícii. Dáta dnes predstavujú ústredný prvok digitálnej transformácie nášho spoločstva, menia naše hospodárstvo, ovplyvňujú procesy a každodenný život občanov. Inovácie založené na dátach majú potenciál zásadne zmeniť život všetkých k lepšiemu, začínajúc, ale určite nekončiac napr. v podobe inteligentného rozvoja miest a regiónov. Dáta a informačné a komunikačné technológie (ďalej len „IKT“) totiž predstavujú integrálne nástroje, ktoré inteligentná samospráva využíva na dosiahnutie svojich cieľov ako zlepšenie kvality života obyvateľov a udržateľný rozvoj. K skutočne inteligentnému riadeniu samosprávy je však potreba disponovať dátami o udalostiach a ich časoch z rôznych záujmových miest, napr. priemyselných parkov, obytných zón, lesov, nákupných centier, historických pamiatok, turistických destinácií, ciest, križovatiek a mnoho ďalších. Tieto dáta musia byť navyše k dispozícii v požadovanej kvalite, granularite, v reálnom čase, musia obsahovať informácie o rôznych javoch ako napr. teplota, rýchlosť vetra, počet osôb či áut, ktoré záujmovým miestom prechádzajú, spotreba energie, iné prevádzkové vlastnosti zariadení so strategickým významom atď. Dáta o dianí v meste či regióne v takomto množstve môžu byť následne využité na vytvorenie tzv. „digitálneho dvojčaťa“, ktoré predstavuje digitálny (počítačový) model samosprávy so širokým poľom využiteľnosti pri rozhodovaní o inteligentnom rozvoji. Digitálne dvojča simuluje reálne dianie a procesy v území ako napr. pohyb automobilov, výstavbu budov a ciest, (anonymný) pohyb obyvateľov, energetickú náročnosť pouličného osvetlenia a pod. Digitálne dvojča samosprávy bude môcť byť v budúcnosti využité na simulovanie vplyvov strategických rozhodnutí v oblasti rozvoja. Súčasou výzvou však stále ostáva spôsob, akým tieto požadované dáta o dejoch v samosprávach získajú.

Už od vzniku konceptu inteligentných miest a regiónov považujeme jednu technológiu, resp. množinu technológií za kľúčového aktivátora tejto agendy. Internet vecí (ďalej len „IoT“) predstavuje sieť neobmedzeného počtu navzájom komunikujúcich zariadení (senzory, aktuátory, mobilné zariadenia, kamery a aj samotní ľudia), ktoré zachytávajú dáta o požadovaných javoch (prejazd vozidla, nastúpenie/vystúpenie cestujúceho z hromadnej dopravy, teplota, znečistenie vzduchu) a tieto dáta odosielať prostredníctvom rôznych komunikačných sietí na analýzu a spracovanie. Samosprávy tak získavajú bezprecedentný obraz o dianí v spravovanom území. Internet vecí priamo ovplyvní tempo implementácie smart riešení a zásadným spôsobom zmení kvalitu nášho života. Prostredníctvom tejto technológie dôjde k zlepšeniu verejných služieb, avšak potenciál výrazne zasahuje aj do sektorov ako energetika a správa budov, zdravotníctvo, poľnohospodárstvo, doprava a pod. Do roku 2025 sa očakáva zavedenie niekoľkých miliárd zariadení internetu vecí, čo povedie k exponenciálnemu rastu dostupných dát, ktoré, ak ich chceme využiť, bude treba spracovávať, analyzovať a vyhodnocovať. Komplementárne k dátam z internetu vecí je pre potreby samospráv vhodné, resp. nevyhnutné disponovať zároveň priestorovými dátami, ktoré obsahujú informácie o geografickej polohe a popisné

informácie o jednotlivých objektoch, napr. budovách, cestách či prírodnej vegetácii. To je možné prostredníctvom geografického informačného systému, ktorý sa využíva na získavanie, analyzovanie a prácu s priestorovými dátami. Rovnako ako internet vecí, aj geografický informačný systém nájde svoje využitie v rôznych oblastiach pôsobenia samospráv, napr. správe katastra nehnuteľností, plánovaní rozvoja inžinierskych sietí, ochrane životného prostredia, ale taktiež pri krízovom manažmente.

Akčný plán inteligentných miest a regiónov na roky 2023 – 2026 (ďalej len Akčný plán), ktorý bol schválený vládou Slovenskej republiky (ďalej len „SR“) 12. júna 2023, potvrdzuje pozíciu Ministerstva investícií, regionálneho rozvoja a informatizácie SR (ďalej len „MIRRI SR“) ako národného koordinátora podpory inteligentných miest a regiónov. Definuje dvanásť opatrení na zabezpečenie tvorby a implementácie inteligentných projektov v podmienkach územných samospráv. Opatrenia týkajúce sa práce s dátami sú zamerané na budovanie odborných a analytických kapacít, budovanie a prepájanie existujúcich dátových infraštruktúr medzi štátnou, regionálnou a lokálnou úrovňou, podporu tvorby otvorených dátových platforiem a podporu dobudovania ucelených dátových sád (tzv. „datasetov“) na národnej, regionálnej a lokálnej úrovni.

Cieľom tohto dokumentu je detailnejšie predstaviť technológiu internetu vecí a taktiež GIS, prínosy zberu, spracovania a analýzy dát, ktoré sú pre inteligentný rozvoj samospráv kľúčové a najmä motivovať slovenské mestá a regióny investovať čas a financie do rozvoja prostredia a infraštruktúry na prácu s dátami. Dokument je venovaný najmä zástupcom územných samospráv, ale aj predstaviteľom štátnej správy a taktiež všetkým zainteresovaným, ktorí majú záujem informovať sa o možnostiach inteligentného urbánneho a rurálneho rozvoja územia. Ambíciou MIRRI SR je v rokoch 2023 – 2026 realizovať viacero krokov systematicky vytvárajúcich priaznivejšie prostredie pre budovanie miest a regiónov, kde rozhodovanie o využití zdrojov bude realizované na základe údajov a informácií. Hlavnou súvisiacou, resp. komplementárnou aktivitou k podpore samospráv pracovať s príslušnými dátami, je realizácia pripravovaného národného projektu s cieľom (okrem iného) vytvoriť návod na implementáciu interoperabilnej infraštruktúry IoT (tzv. metodický manuál). Pre zástupcov územných samospráv sa preto odporúča sledovať výstupy MIRRI SR aj naďalej, keďže pre dosiahnutie cieľov Akčného plánu je nevyhnutná vzájomná spolupráca pri koordinácii inteligentného rozvoja.

2 Potreba dátovo orientovaného mestského a regionálneho rozvoja na Slovensku

Koncept inteligentných miest a regiónov obsahuje množinu niekoľkých ideí či nástrojov na plánovanie a budovanie územných samospráv novým, revolučným spôsobom s cieľom zvládnutia svetových a regionálnych výziev a zabezpečenia pohodlnejšieho a kvalitnejšieho života ich obyvateľov. Akčný plán definuje inteligentné mestá a regióny nasledovne:

INTELENTNÉ MESTÁ A REGIÓNŮ¹

Za inteligentné mestá a regióny považujeme také, ktoré využívajú dáta, IKT a participáciu (zapájanie širokej škály zainteresovaných strán do rozhodovania) ako nástroje na dosahovanie cieľov prispievajúcich k úspore finančných a materiálnych zdrojov, poskytovaní kvalitnejších, pohodlnejších a efektívnejších verejných služieb a napĺňaniu merateľných ukazovateľov (ďalej len „KPI“) na úrovni mesta alebo regiónu. Pri svojom rozhodovaní a tvorbe projektov aplikujú princípy integrácie, inklúzie, inovácie a strategickosti (stratégie), pričom zrealizované aktivity majú preukázateľný pozitívny vplyv na dlhodobé zvyšovanie kvality života v meste/regióne a trvalo udržateľný rozvoj na danom území.

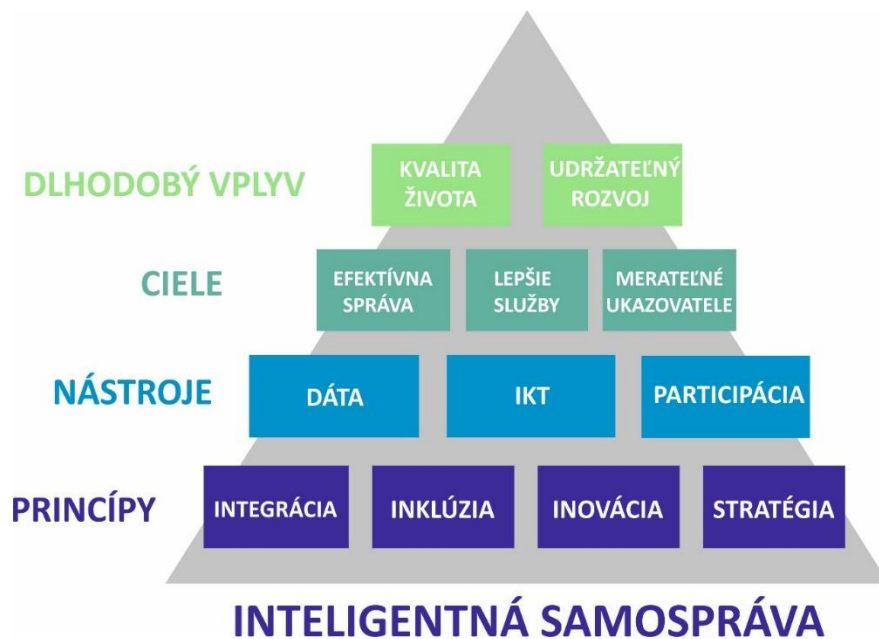
Nasledujúca tabuľka znázorňuje štyri princípy budovania inteligentných miest a regiónov.

PRINCÍPY INTELENTNÉHO ROZVOJA MIEST A REGIÓNŮ

INTEGRÁCIA	aktivity prechádzajú naprieč viacerými vertikálnymi osami riadenia samosprávy a prepájajú poznatky, skúsenosti a riešenia z rôznych domén
INKLÚZIA	zvažuje vplyv prijatých rozhodnutí a zrealizovaných aktivít na všetky skupiny obyvateľov a zainteresované subjekty
INOVÁCIA	dáva priestor a podporuje nové prístupy k riešeniu problémov, podporuje a aktívne vyhľadáva nové riešenia „starých“ problémov, podporuje zmeny procesov, správania a využitie technológií
STRATÉGIA	vychádza z priorit a potrieb samospráv identifikovaných v strategických dokumentoch a predchádza impulzívnym rozhodnutiam a investíciám

Inteligentná samospráva vo svojom riadení aplikuje princípy a nástroje pre dosahovanie cieľov s dlhodobým vplyvom. Inteligentné mesto alebo región nie sú teda definované ako stav, ktorý možno dosiahnuť, ale ako kontinuálny proces a spôsob nazerania na riešenie výziev, ktorým sa samospráva riadi pri tvorbe a implementácii rozhodnutí a ktorého cieľom je zabezpečiť, aby prostriedky samospráv boli vynakladané efektívne, so širokým zapojením obyvateľov, na základe identifikovaných potrieb a súčasne viedli k všeobecnému zvyšovaniu životnej úrovne v regióne a celej krajine.

¹ MINISTERSTVO INVESTÍCIÍ, REGIONÁLNEHO ROZVOJA A INFORMATIZÁCIE SR. Národná stratégia pre rozvoj inteligentných regiónov. 2023. [online] Dostupné na: <https://www.smartcity.gov.sk/wp-content/uploads/2023/05/Ak%C4%8Dn%C3%BD-pl%C3%A1n-inteligentn%C3%BDch-miest-a-regi%C3%B3nov-na-roky-2023-2026.pdf>



Obr.1: Inteligentná samospráva vo svojom riadení aplikuje princípy a nástroje pre dosahovanie cieľov s dlhodobým vplyvom. Zdroj: vlastné spracovanie

3 Zber dát z inovatívnych riešení

V 21. storočí čelí naša spoločnosť početným výzvam doby ako napr. globálne otepľovanie, geopolitické napätia, obmedzené zdroje, nárast populácie, ale aj ťažkosti súvisiace so starnúcou spoločnosťou. Riešenie týchto výziev vyžaduje hlbokú transformáciu väčšiny sektorov a oblastí nášho života na všetkých úrovniach od tých globálnych až po lokálne vrátane našich miest, obcí a regiónov. Na druhej strane, v súčasnosti prebieha revolučný rozvoj v rôznych technologických disciplínach ako napr. využívanie a uskladnenie obnoviteľných zdrojov energie, elektromobilita, robotika, umelá inteligencia, big data a v poslednom rade v oblasti internetu vecí (IoT – Internet of Things).

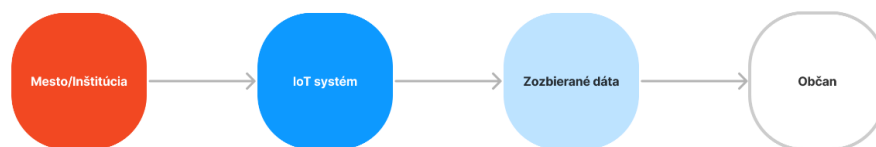
INTERNET VECÍ - IoT²

IoT definujeme ako komplexný systém vzájomne prepojených zariadení a sietí podporovaný pokročilými technológiami, ako sú senzory či umelá inteligencia, umožňujúcimi zhromažďovanie, analýzu a zdieľanie obrovského množstva dát. Na základe získaných dát je možné vytvorenie dynamickej a všadeprítomnej siete fyzických objektov a digitálnych entít. Tie sú schopné autonómne komunikovať, interagovať, prispôbovať sa svojmu prostrediu a tým zároveň ponúkať širokú škálu aplikácií a služieb pre inteligentné mestá a regióny. IoT senzory vedú obce a občania využívať mnohými spôsobmi. Získané dáta o mestskej mobilite, poveternostných podmienkach, doprave, kvalite vzduchu, úrovni hluku alebo odpade, resp. ich následná analýza umožňuje automatizáciu úkonov – reaktívne alebo preventívne regulovanie dopravy, manažment rizikových a krízových

²DGTL INFRA. Internet of Things (IoT) Technology: Quick and Easy Guide. 2022. [online]. Dostupné na: <https://dgtlinfra.com/internet-of-things-iot-technology/>

situácií, prevencia kriminality, kvalitnejšie digitálne služby, ktoré sa dynamicky prispôbujú potrebám užívateľov, zvýšenie kvality životného prostredia, šetrenie energií a mnoho iných. Množina technológií tvoriaca infraštruktúru senzorov IoT, umelú inteligenciu a strojové učenie, cloud a edge computing, 5G sieť, distribuované databázy (blockchain) a robotiku, je považovaná za nástroj s najväčším potenciálom na riešenie súčasných aj budúcich výziev ľudstva. IoT pritom v tejto množine pracuje práve ako tvorca, resp. dodávateľ dát, ktoré sú následne analyzované, prepočítavané a tvoria podklady pre rozhodovanie a automatizáciu procesov.

Využívanie výtvarných technologického rozvoja je zjavnou nevyhnutnosťou pre zvládnutie predmetných výziev tohto storočia. Ďalším predpokladom je zmena nášho myslenia a s tým súvisiaci prechod od tradičných hierarchických dodávateľských reťazcov k tzv. inovačným ekosystémom. Kým tradičné dodávateľské reťazce sú efektívne pre riešenie jasne definovaných úloh, zodpovedanie ťažšie uchopiteľných požiadaviek, ako napr. skvalitnenie verejných priestorov z hľadiska života alebo pobytu ľudí v nich, vyžaduje komplexnejšie prístupy zohľadňujúce viacero pohľadov. Vzniká potreba inovačných ekosystémov. Ekosystémový prístup je nevyhnutný aj pri digitalizácii rôznych oblastí života vrátane verejnej správy. Kľúčovou vlastnosťou digitálnych ekosystémov budúcnosti je „škálovateľnosť“ dát, resp. ich sekundárne využívanie aplikáciami riešiacimi širší kontext, **t. j. kombinované využívanie dát z rôznych oblastí života (horizontálne dáta).**



Obr. 2: Ekosystémový prístup. Zdroj: vlastné spracovanie

4 IoT architektúra

Komplexný systém IoT môžeme pre zjednodušenie vysvetlenia tejto technológie rozdeliť do niekoľkých vrstiev, z ktorých každá plní určitú funkciu od získavania dát, cez ich spracovanie, šifrovanie, odosielanie, analýzu až po následné využitie. V odbornej literatúre³ sa IoT popisuje v troch (podrobnejšie až v piatich) vrstvách, resp. úrovniach. Pre účely tohto dokumentu bola zvolená päťúrovňová architektúra, pretože popisuje IoT technológiu detailnejšie a dáva čitateľovi viac podnetov na premýšľanie o budúcich možnostiach jej využitia. Budovanie takejto infraštruktúry predstavuje náročný proces, v ktorom slovenské samosprávy postupne získavajú skúsenosti. Čitatelia by preto nemali vynechať poslednú kapitolu tohto dokumentu s odporúčaniami pre samosprávy pri implementácii IoT infraštruktúry.

³ BELLINI, P., NESI, P., & PANTALEO, G. 2022. IoT-enabled smart cities: A review of concepts, frameworks and key technologies. *Applied Sciences*, 12(3), 1607.

1. Senzorová vrstva

Senzorová vrstva (alebo aj tzv. vrstva vnímania) sa skladá z fyzických zariadení ako senzory, aktuátory, kamery či mobilné telefóny, ktoré komunikujú medzi sebou a zhromažďujú údaje o požadovaných javoch priamo z územia. Na trhu je už teraz k dispozícii široké spektrum zariadení, ktoré merajú mnoho druhov fyzikálnych veličín a premenných (teplota, vlhkosť, tlak, vzdialenosť, rýchlosť, zrýchlenie, elektrické napätie, elektrický prúd, hmotnosť, počet, jas, biometrické údaje, signály) a prostredníctvom ktorých zisťujeme zaujímavé skutočnosti o mestskom a regionálnom vývoji (počet vozidiel na cestách, obsadenosť parkovacích miest, spotreba energie a výkon strategických zariadení, úroveň znečistenia vzduchu či vody, počet cestujúcich v mestskej hromadnej doprave, počet prechádzajúcich ľudí určitým miestom, hladina vody a pod.). Podstatou inteligentných miest a regiónov je zber tohto nového druhu dát, ich analýza, zistenie zaujímavých záverov a následné využitie pri rozhodovaní, no **najmä automatizácii procesov**. Získané dáta sa spracovávajú v špecializovaných softvéroch, ktoré ich vyhodnocujú a na ich základe zasielajú príkazy ďalším pripojeným zariadeniam dôležitým pri inteligentnom riadení samosprávy⁴. Ak napr. senzor deteguje zvýšenie, resp. zníženie teploty vo verejných priestoroch, dokáže túto informáciu predať termostatu, ktorý následne sám riadi vykurovacie, resp. klimatizačné jednotky v budovách bez nutnosti ľudského zásahu. Zvýšenie frekvencie áut na cestách sa obdobným spôsobom môže prejavovať v instantných zmenách mestskej politiky, napr. taríf za parkovanie (tie sa môžu pri zvýšenej frekvencii dopravy znížiť, čo má za následok zvýšenie počtu zaparkovaných áut a ich úbytok na cestách) alebo v samotnom riadení dopravy (zvýšenie priepustnosti frekventovaných ciest prostredníctvom automatizovaného riadenia semaforov, či odklon dopravných prostriedkov na menej frekventované trasy). Ďalším príkladom je automatizácia verejného osvetlenia, ktorého intenzita môže byť regulovaná počtom a frekvenciou prechádzajúcich osôb. Pokiaľ senzor v určitom čase neregistruje pohyb v uvedenej časti mesta, nie je potrebné, aby bola daná časť osvetlená v rovnakej intenzite ako v častiach, kde je pohyb detegovaný počas celej periódy svietenia. Automatizácia procesov na základe získaných dát predstavuje jeden z najperspektívnejších prvkov funkčného IoT systému, ktorý dokáže šetriť čas, financie, životné prostredie a celkovú energetickú náročnosť riadenia samosprávy. Počet rôznych senzorov, zbieraných dát a premenných sa stále rozširuje a tento trend bude pravdepodobne pokračovať ešte desiatky rokov.

⁴ RAFIQ, I., MAHMOOD, A., RAZZAQ, S., JAFRI, S.H.M., AZIZ, I., 2023. IoT applications and challenges in smart cities and services. J. Eng. 2023, 1–25. [online]. Dostupné na: <https://uu.diva-portal.org/smash/get/diva2:1759351/FULLTEXT01.pdf>

2. Sieťová vrstva

Zariadenia, ktoré dáta zbierajú, sú navzájom prepojené prostredníctvom bezdrôtových sietí zodpovedných za funkciu prenosu dát a ich smerovania (známe aj ako prepravná vrstva) do ďalšej vrstvy na spracovanie a analýzu. Sieťová vrstva tvorí chrbticu IoT. Dáta sú odosielané prostredníctvom rôznych sietí podľa rôznych potrieb (veľkosť dát a ich frekvencia, vzdialenosť senzorov a ich energetické nároky), avšak medzi najviac využívané patria Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, LoRaWAN, Sigfox a 5G. Najmä 5G sieť v súčasnosti získava na popularite cez iniciatívy Európskej únie⁵ (ďalej len „EÚ“), ako aj národné výzvy⁶, čo naznačuje jej budúce hromadné využitie v infraštruktúrach IoT. V prílohe č. 1 tohto dokumentu je uvedený detailnejší popis rôznych sietí z pohľadu ich výhod a nevýhod.

3. Vrstva spracovania dát

Táto vrstva je zodpovedná za správu tokov údajov a komunikáciu so senzormi. Slúži ako pomyselný most medzi vrstvou senzorov, sietí a aplikačnou vrstvou. Jej funkcia spočíva v agregácii veľkého množstva dát z rôznych heterogénnych zariadení. K efektívnemu spracovaniu a využitiu dát je potrebná infraštruktúra IoT, ktorá je interoperabilná (viac o interoperabilite v kapitole č. 9). Vrstva spracovania dát je taktiež zodpovedná za poskytovanie škálovateľnosti, čo umožňuje celému systému IoT využiť narastajúci počet senzorov a zvládať spracovať neustále sa zväčšujúci počet dát, ako aj poskytovať stabilné služby odolné voči výpadkom jednotlivých senzorov. Navyše, pre kvalitné spracovanie údajov je potrebná ich integrácia na úrovni databázy, čo predstavuje výzvu pre dáta s rôznymi protokolmi. Vrstva spracovania dát teda zahŕňa rôzne spôsoby ukladania dát a pokrýva ďalšie funkcie ako priradovanie kontextu informácie (metadata).

4. Aplikačná vrstva

⁵ EUROPEAN COMMISSION. 5G Action plan. [online]. Dostupné na: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/5g-action-plan>

⁶ MINISTERSTVO DOPRAVY SR. Podpora rozvoja sietí 5G na Slovensku na roky 2020 – 2025. 2020. [online]. Dostupné na: <https://digitalnakoalicia.sk/strategy/podpora-rozvoja-sieti-5g-na-slovensku-na-roky-2020-2025/>

Ide o miesto, v ktorom sa zozbierané údaje spracúvajú a analyzujú. Tvoria ju softvérové aplikácie či platformy odvodzujúce z dát zmysluplné poznatky dôležité pre vyvodzovanie dôsledkov a prijímanie rozhodnutí. Súčasťou tejto vrstvy sú častokrát aj cloudové služby obsahujúce nástroje na analýzu údajov, algoritmy strojového učenia, prvky umelej inteligencie, ale aj používateľské rozhrania. Umožňuje tiež odosielať príkazy pripojeným zariadeniam a kontrolovať ich (napr. ovládanie kamier alebo iných senzorov, ktoré sa dokážu pohybovať).



Biznis vrstva predstavuje všetky služby, operácie a front-endové nástroje, ktoré využívajú spracované údaje z aplikačnej vrstvy na vytváranie pokročilých analýz a vizualizačných služieb pomáhajúcich budovať nové obchodné modely, rozhodovať o procesoch samospráv a vytvárať simulácie jednotlivých scenárov. Výstupy biznis vrstvy sú založené na strojovom učení, prvkoch umelej inteligencie a interaktívnych nástrojoch vizuálnej analýzy (prvotné digitálne dvojčatá). Táto vrstva taktiež zahŕňa všetky operácie, ktoré vykonávajú správcovia systému – tie sú potrebné na posúdenie, kontrolu, a údržbu funkčnosti celého systému.

IoT architektúra



Obr.3: IoT architektúra. Zdroj: vlastné spracovanie

Celkovú architektúru IoT infraštruktúry dostaneme pospájaním uvedených piatich vrstiev. Je nutné poznamenať, že samosprávy dokážu so získanými dátami pracovať už po zavedení prvých vrstiev (senzorová a sieťová), čím síce nedôjde k naplneniu potenciálu IoT (ktorý je dosiahnutý nielen samotným zberom dát, ale najmä analytikou založenou na umelej inteligencii či strojovom učení so zozbieranými dátami), získané dáta však už vtedy môžu poskytnúť zaujímavé poznatky. Čo sa ostatných vrstiev IoT architektúry týka (vrstva spracovania dát, aplikačná vrstva a biznis vrstva) – ich vznik na požadovanej úrovni je podmienený participáciou štátu (napr. s využitím vládneho cloudu), územných samospráv, súkromného sektora, ale aj samotných občanov. Ide o spoločnú výzvu nasledujúceho

desaťročia vytvoriť takú infraštruktúru IoT, ktorá bude dostatočne odolná, bezpečná a efektívna na prinášanie úžitku všetkým dotknutým stranám.

5 Strategické východiská práce s dátami

Zber a analýza dát prostredníctvom IoT a iných digitálnych technológií dodávajú možnostiam inteligentných miest a regiónov nový rozmer. Objavujú sa nové podoby tvorby podporných nástrojov pre zainteresované strany, vytvárajú inovatívne biznis modely a podnecujú vznik nových pracovných miest, šetria náklady a čas výrobných aj nevýrobných procesov. Využitie IoT prirodzene rozsiahlo presahuje agendu územných samospráv a svoje uplatnenie nájde aj (ak nie najmä) v súkromnej sfére v kontexte Priemyslu 4.0. S príchodom inovačných technológií, ako sú napr. decentralizované databázy a umelá inteligencia, 5G siete či superpočítače, a ktorých využitie synergizuje so zápisom a analýzou dát, dôjde k exponenciálnemu zvýšeniu hodnoty a prínosu IoT infraštruktúry. Presný počet aktívnych IoT zariadení na svete nie je jasný. Rôzne zdroje uvádzajú rôzne údaje a taktiež sa líšia aj predikcie vývoja. Medzinárodná dátová korporácia (International Data Corporation) predpovedala, že v roku 2025 bude na svete 55,7 miliardy aktívnych IoT zariadení, ktoré budú generovať takmer 80 miliárd zettabajtov informácií⁷. Všetky predpovede sa však zhodnú na exponenciálnom stúpajúcom trende, čo sa počtu zariadení týka, a to vo všetkých sektoroch nielen európskeho, ale aj svetového hospodárstva.

Svetové štatistiky a predikcie hovoria jasne, technológia IoT/GIS a z nich vychádzajúci zber a spracovanie dát transformujú spôsob nášho života prevratným spôsobom, otvoria nové hranice a možnosti v oblasti inteligentných služieb a aplikácií, čo sa už odzrkadlilo na tvorbe viacerých európskych a národných strategických dokumentov, štúdií a na možnostiach financovania implementácie týchto inovácií.

Akčný plán inteligentných miest a regiónov na roky 2023 – 2026

Akčný plán predstavuje prvý národný strategický dokument zameraný výhradne na aplikáciu konceptu inteligentných miest a regiónov v podmienkach slovenských samospráv. Umožnenie prístupu samospráv k presným, kvalitným a zrozumiteľným dátam a taktiež podporovanie rozvoja odborných kapacít je v Akčnom pláne vytýčené ako jedna z hlavných výziev. Jeho účelom bolo zanalyzovať súčasný stav a hlavné výzvy slovenských miest a regiónov, aby bolo možné čo najefektívnejšie nastavenie opatrení MIRRI SR ako národného koordinátora smart agendy a na urýchlenie procesov inteligentného rozvoja samospráv. Skladá sa z celkovo 12 opatrení smerovaných na zlepšenie schopnosti slovenských samospráv aplikovať prvky inteligentného rozvoja. Pre účely úspešnej implementácie infraštruktúry IoT a následnej práce so získanými dátami, ktorých výstupom budú analytické podklady a efektívne rozhodnutia, sú prioritné najmä opatrenia:

- N05 – Rozvoj prostredia pre zber, spracovanie a analytické využitie dát z inovatívnych riešení a podpora toku a výmeny dát medzi štátnou správou a samosprávou;
- N06 – Rozvoj systému zberu a spracovania priestorových informácií a ich sprístupnenie pre rozhodovanie miest a krajov;
- N07 – Metodický rámec pre inteligentné riadenie v samospráve podporené dátami;

⁷ IDC. Future of Industry Ecosystems: Shared Data and Insights. 2021. [online]. Dostupné na: <https://blogs.idc.com/2021/01/06/future-of-industry-ecosystems-shared-data-and-insights/>

- N08 – Podpora zdieľania a škálovania informačných systémov a inteligentných riešení pre samosprávy;
- N10 – Podpora testovacích prostredí pre vznik, testovanie/experimentovanie a škálovanie inovátnych riešení v oblasti inteligentných miest a regiónov.

Cieľom uvedených opatrení je najmä zefektívnenie, resp. automatizácia práce s dátami prostredníctvom vytvorenia jednotnej dátovej platformy, dobudovania ucelených dátových sád, zabezpečenia odborných kapacít, podpory interoperability a štandardizácie dát a zvýšenia koordinácie zo strany štátnej správy, výsledkom čoho budú môcť samosprávy riadiť a plánovať kvalitný a bezproblémový chod. V neposlednom rade ide aj o vytvorenie tzv. „living labs“, v ktorých by malo nasadzovanie a testovanie (nielen) technológií IoT prebiehať.

Program Slovensko

Program Slovensko predstavuje strategický programový dokument Slovenskej republiky o čerpaní finančných prostriedkov z fondov Európskej únie na roky 2021 – 2027 vo výške takmer 12,6 mld. EUR. O prerozdeľovaní časti týchto prostriedkov budú prvýkrát v histórii rozhodovať práve územné samosprávy formou integrovaných územných investícií (ďalej len „IUI“) do výšky až 2,13 mld. EUR. Celkový prehľad finančných zdrojov Programu Slovensko zobrazuje nasledujúci obrázok⁸.



Obr.4: Celkový prehľad finančných zdrojov Programu Slovensko. Zdroj: Program Slovensko

⁸ Brožúra Tvoríme Lepšie Slovensko 2023. [online]. Dostupné na: <https://www.eurofondy.gov.sk/program-slovensko/index.html>

Zavádzanie inovatívnych riešení a budovanie inteligentných miest a regiónov, ktoré skvalitnia život obyvateľom, najmä v sektoroch ako sú doprava, zdravotníctvo, energetika, životné prostredie, odpadové hospodárstvo, verejné služby a zároveň zlepšenie zapájania sa obyvateľov do verejného života, je vytýčené ako jedna z priorít v rámci cieľa politiky 1. Konkurencieschopnejšia a inteligentnejšia Európa vďaka presadzovaniu inovatívnej a inteligentnej transformácie hospodárstva a regionálnej prepojenosti IKT. V rámci špecifického cieľa RSO 1.2 Využívanie prínosov digitalizácie pre občanov, podniky, výskumné organizácie a orgány verejnej správy je definované Opatrenie 1.2.2 Podpora budovania inteligentných miest a regiónov, na ktoré bolo určených až 106,3 mil. EUR, z čoho až 65 mil. EUR pripadá na prerozdelenie mestám a regiónom mechanizmom IUI. Zároveň, iniciatívy inteligentného rozvoja sú podporované v rámci všetkých cieľov politiky Programu Slovensko a teda aj veľmi silný predpoklad podpory IoT.

Národná koncepcia informatizácie verejnej správy

Národná koncepcia informatizácie verejnej správy (ďalej len „NKIVS“) hovorí o strategickom ciele Slovenska dosiahnuť pokrok v DESI indexe v oblasti digitálnych služieb o 40% do roku 2026. NKIVS definuje v strategickej prioritě Manažment údajov víziu v tejto oblasti, ktorou je verejná správa založená na údajoch. Tie sú východiskom pre exaktné analýzy, na základe ktorých príslušné subjekty verejnej správy adekvátnym spôsobom rozhodujú. Verejná správa si váži získané údaje, citlivo ich spracúva, efektívne využíva na poskytovanie kvalitných služieb a stará sa o ne ako o cenné aktívum. Na naplnenie tejto vízie sa budú realizovať nasledujúce strategické iniciatívy:

- Jedenkrát a dost a dátová interoperabilita – verejná správa bude publikovať nové referenčné údaje, základné číselníky a bude podporovať dodržiavanie princípu „jedenkrát a dost“⁹.
- Dátová kvalita – verejná správa bude zvyšovať dôveryhodnosť údajov, riadiť ich kvalitu a vymieňať si ich prioritne automatizovaným spôsobom.
- Moje údaje – verejná správa bude zavádzať koncept „Mojich údajov“ do svojich informačných systémov a zvyšovať transparentnosť verejnej správy pri využívaní osobných údajov. Občania, podnikatelia, aj právnické osoby budú mať transparentný prístup k dátam, ktoré sa ich týkajú.
- Analytické údaje – verejná správa bude podporovať prácu analytických jednotiek poskytovaním údajov (registre, agendové systémy, open data) pripojených na centrálnu analytickú platformu tak, aby údaje bolo možné použiť pre čo najširšie analytické potreby pri zachovaní ochrany osobných údajov, utajovaných skutočností, citlivých informácií podľa atómového zákona a zákona o kritickej infraštruktúre.
- Otvorené údaje – verejná správa bude automatizovaným spôsobom zverejňovať nové otvorené údaje, ktoré nebudú mať reálnu prekážku na zverejnenie.

Európsky rámec interoperability¹⁰

Rámec poskytuje konkrétne usmernenia o tom, ako vytvoriť interoperabilné digitálne verejné služby. Tvorcom politik ponúka 47 konkrétnych odporúčaní, ako zlepšiť riadenie svojich činností v oblasti interoperability, nastaviť komunikačné procesy v rámci verejných inštitúcií, zefektívniť procesy podporujúce komplexné digitálne služby a zabezpečiť, aby nové právne predpisy neohrozovali snahy o interoperabilitu. Rámec sa realizuje v kontexte priority EÚ vytvoriť jednotný digitálny trh v Európe. Úspešná implementácia rámca má za dôsledok zlepšenie kvality európskych verejných služieb a

⁹ Princíp „jedenkrát a dost“ – občan nemusí predkladať údaje úradu, pokiaľ ich v minulosti poskytol inému úradu.

¹⁰ EUROPEAN COMMISSION. New European Interoperability Framework, Promoting seamless services and data flows for European public administrations. 2017. [online]. Dostupné na: https://ec.europa.eu/isa2/sites/default/files/eif_brochure_final.pdf

vytvoriť prostredie, v ktorom môžu orgány verejnej správy digitálne spolupracovať. Pri dodržiavaní odporúčaného rámca budú krajiny EÚ postupovať podľa spoločného prístupu pri sprístupňovaní svojich verejných služieb online, ich komplexnej integrácii, správe informačných zdrojov alebo pri riešení pravidiel bezpečnosti a ochrany údajov. Tým sa zabezpečí dostupnosť služieb nielen v rámci vnútroštátnych hraníc, ale aj medzi krajinami a oblasťami politiky. Verejná správa tak môže ušetriť čas, znížiť náklady, zvýšiť transparentnosť a zlepšiť kvalitu služieb, ktoré ponúkajú občanom a podnikom. V nadväznosti na Európsky rámec interoperability bol vypracovaný aj dokument Európsky rámec interoperability pre inteligentné mestá a komunity¹¹ so zámerom prispôbiť koncepty a myšlienky rámca interoperability aj pre kontext mestských a regionálnych výziev.

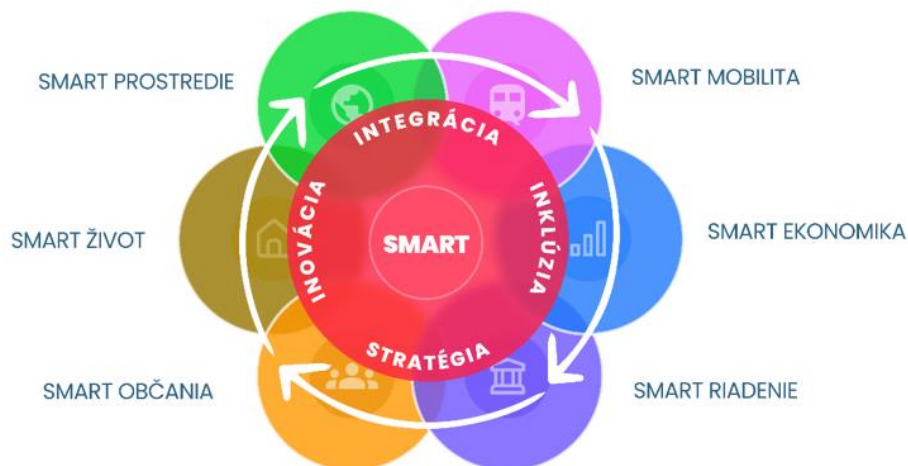
Akčný plán digitálnej transformácie Slovenska na roky 2023 - 2026

Akčný plán digitálnej transformácie Slovenska na roky 2023 – 2026 (ďalej len „APDTS“) vznikol ako reakcia na celospoločenské zmeny, ktoré výrazne ovplyvnili tempo a smerovanie digitálnej transformácie. Na jeho príprave participovali aktéri z verejného, súkromného, aj mimovládneho sektora s cieľom efektívnejšie nastaviť podporu digitalizácie. Materiál vznikol spojením expertov z akademického a súkromného sektora, samospráv, jednotlivých ministerstiev, ako aj občianskych či záujmových združení. Z pohľadu IoT je dôležitá najmä časť dokumentu venujúca sa podpore potenciálu umelej inteligencie, keďže synergický efekt týchto technológií (IoT generuje dáta, ktoré umelá inteligencia dokáže analyzovať v reálnom čase a tým získava cenné poznatky použiteľné na rozhodovanie, automatizáciu procesov, prediktívnu údržbu zariadení atď.) bude mať veľký vplyv na úspešnú transformáciu priemyslu, zamestnanosti, vedy a výskumu i celej spoločnosti. Dokument sa mimo iného sústreďuje na (finančnú) podporu priemyslu pri nasadzovaní pokročilých digitálnych technológií v opatrení 1.1.2.1 a nutnosť podpory vzdelávania zameranú na budovanie kapacít a rozvoj kompetencií a zručností vyplývajúcich z potrieb nevyhnutných na plnenie cieľov digitálnej a zelenej transformácie v opatrení 4.3.2.2, ktoré priamo korešpondujú s opatreniami Akčného plánu inteligentných miest a regiónov na roky 2023 – 2026.

6 Dimenzie využitia IoT dát

V tejto kapitole sa venujeme prínosom mestských a regionálnych dát, ktoré sú zozbierané prostredníctvom IoT. Prínosy dát môžeme definovať z pohľadu šiestich dimenzií inteligentného rozvoja (ich uplatnenie je však oveľa širšie a dá sa povedať, že limity práce s uvedenými dátami ešte nepoznáme) ako súčasť stratégií na riešenie problémov miest. Je potrebné získať komplexný prehľad možností využitia dát a dať ich do súvisu s výzvami mesta a regiónu. Obrázok nižšie slúži ako spoločný bod pre všetky kľúčové oblasti v kontexte budovania a rozvoja inteligentných miest a regiónov, ktoré využívajú silu dát na premenu mestských oblastí na efektívne, udržateľné a obývateľné priestory. Zhromažďovanie a výmena údajov o mestskom a regionálnom živote v reálnom čase uľahčuje rozhodovanie v prakticky každej oblasti života.

¹¹ EUROPEAN COMMISSION. Proposal for a European Interoperability Framework for Smart Cities and Communities (EIF4SCC). [online]. Dostupné na: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/sk/news/proposal-european-interoperability-framework-smart-cities-and-communities-eif4scc>



Obr.5: Šesť hlavných dimenzií ASCIMERU prepojených základnými princípmi, ktoré definujú inteligentné mestá a regióny. Zdroj: vlastné spracovanie

Využitelnosť dát z IoT je skutočne širokospektrálna a konkrétne príklady popísané v tejto kapitole slúžia ako inšpirácie pre čitateľa. V žiadnom prípade nejde o jediné využitie tejto technológie. Dimenzie využitia sa navzájom prekrývajú, pretože dáta z jednej mestskej oblasti (napr. dáta o mestskej mobilite) môžu napomôcť dosiahnutiu strategických cieľov vo viacerých dimenziách inteligentného rozvoja (samotná smart mobilita, ale aj smart prostredie či smart ekonomika).

PRÍKLADY IOT DÁT - SMART MOBILITA

- Počet dostupných parkovacích miest, typ vozidla na parkovacom mieste, jeho obsadenosť, a pod.
- Informácie o jazde verejnej dopravy (meškanie, odchod zo zastávky, priemerná rýchlosť atď.).
- Počet vjazdov a výjazdov vozidiel z a do mesta, parkoviska, mestskej časti prípadne iného strategického miesta.
- Zaznačenie dopravnej nehody a jej opis na základe kombinácie faktorov (napr. prekročenie rýchlosti alebo neprimeraná vzdialenosť medzi vozidlami).
- Dopravné zápchy (ich frekvencia, priemerné omeškanie, počet vozidiel v nej, dôvod zápchy atď.) a využitie ciest.
- Snímače počtu prejazdov cez pozorovaný úsek (chodcov, vozidiel, bicyklov, atď.).
- Využitie a dostupnosť nabíjajúcich staníc (aké vozidlá ju najčastejšie využívajú, v akých časoch, cena a veľkosť nabíjania atď.).

Inteligentné mesto a región môže využívať IoT na vytvorenie optimalizovanej, ekologickej a inkluzívnej dopravnej siete, ktorá vyhovuje potrebám jednotlivcov, ale aj distribúci tovaru. IoT systém zhromažďuje a šíri relevantné informácie o mobilite užívateľom, ako sú plánovači a manažéri dopravy, ale aj každému, kto má o ne záujem. To umožňuje transformáciu modelov mestskej a regionálnej mobility, plánovacích mechanizmov a zároveň podporuje bezproblémovú integráciu

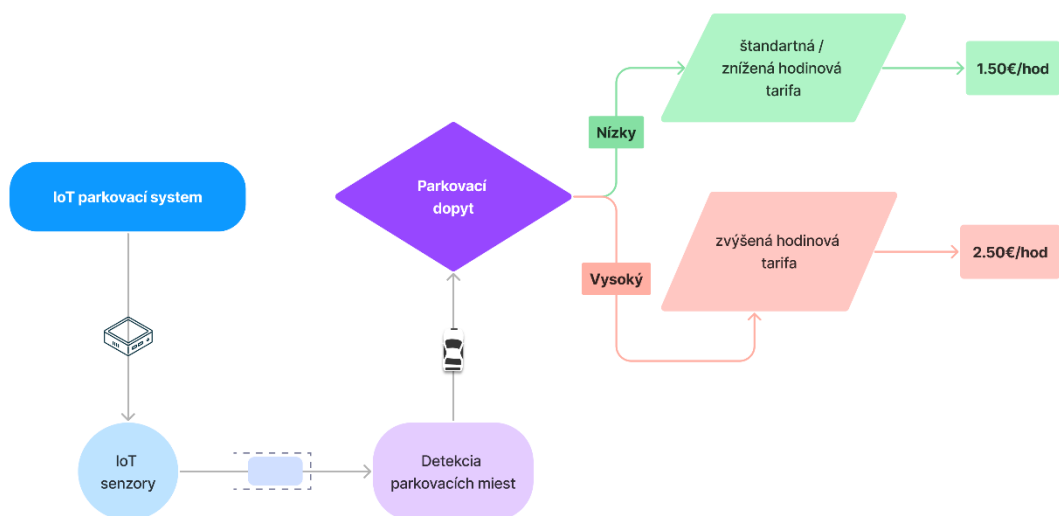
viacerých druhov dopravy. Prostredníctvom lepšej koordinácie a integrácie dát sa vytvára predpoklad na vytvorenie multimodálnej dopravy, ktorá zlepšuje celkovú efektívnosť, dostupnosť a udržateľnosť.

INTELIGENTNÉ RIADENIE DOPRAVY V TRNAVE¹²

Mesto Trnava sa zapojilo do projektu zavedenia systému riadenia križovatiek, ktoré fungujú na princípe zberu dát zo senzorov IoT a zabezpečujú účastníkom cestnej dopravy tzv. „zelenú vlnu“. Do projektu boli zahrnuté všetky svetelné križovatky na území mesta. Navzájom prepojené senzory a dopravné kamery zbierajú dáta o aktuálnej úrovni dopravy (vrátane EČV) a systém vyhodnocuje trajektóriu vozidiel, cyklistov a chodcov. Vďaka inteligentným križovatkám je možné zrýchliť prepravné toky v meste pri súčasnom znižovaní rizika nehôd. Súčasťou systému sú aj dopravné informačné tabule umiestnené pri vstupoch do mesta a vodičom poskytujú informácie o dojazdových časoch do jednotlivých častí mesta, o možných nebezpečenstvách na trase, o nehodách či obchádzkových trasách pri kolónach. Výhodou projektu je i zber dát o dopravnom prúde s možnosťou ďalšieho využitia.

Samosprávy môžu IoT dáta použiť taktiež na optimalizáciu parkovacích systémov poskytovaním týchto údajov a vytvorením analýz v reálnom čase. Parkovacie systémy s podporou IoT vedia zlepšiť užívateľské prostredie pre vodičov aj prevádzkovateľov parkovacích miest tým, že poskytujú presné informácie o dostupných parkovacích miestach, znižujú záťaž a zlepšujú efektívnosť. Na základe zozbieraných dát o dopyte po parkovaní dokáže obec pomocou IoT optimalizovať cenovú politiku parkovania na základe vyťaženia v danom čase. Tým vie dochádzať ku zvýšeniu alebo zníženiu parkovacích taríf. Mesto tak má možnosť optimalizovať svoje finančné príjmy z parkovania. Obrázok nižšie slúži ako schéma na popis tohto procesu.

¹² PLÁNUJ MESTO TRNAVA. Inteligentné riadenie dopravy – SMART Trnava. [online]. Dostupné na: <https://planujmesto.trnava.sk/projekt/inteligentne-riadenie-dopravy-smart-trnava/>



Obr.6: Schéma optimalizácie príjmov z parkovania. Zdroj: vlastné spracovanie

Medzi ďalšie výhody využiteľnosti IoT v inteligentnom parkovaní patrí tiež detekcia nelegálneho parkovania, vytvorenie systému rezervácie parkovania či nabíjania elektromobilov, prípadne vytvorenie tzv. „bezlístkového systému“.

SMART PARKOVANIE (AJ) V BRATISLAVE

Spôsob, akým parkujeme, sa dramaticky mení. Parkovanie zadarmo na ktoromkoľvek mieste je vo väčšine európskych miest už história. Samosprávy hľadajú spôsoby, ako vyriešiť nerovnováhu medzi obmedzeným počtom parkovacích miest a stále rastúcim dopytom po voľných priestoroch. Mesto Bratislava sa rozhodlo využiť nástroj Fleximodo, ktorý rieši tento problém v prospech životného prostredia, rozpočtu obce a v konečnom dôsledku všetkých vodičov i nevodičov. Vďaka digitalizácii parkovacích miest pomocou senzorov technológia dokáže riadiť cenu parkovného v meste, chrániť vytýčené a rezervované miesta pred nelegálnym obsadzovaním a napomáha tvorbe nových parkovacích politík. Prvky a riešenia v implementačnej praxi sú už využívané vo viacerých samosprávach na globálnej úrovni – spomenúť môžeme Seattle, Amsterdam, Hamburg, Prahu, ale aj Wrocław. Inteligentné parkovacie riešenia môžu znížiť počet dopravných zápch až o 30 % a takisto významne prispieť k zníženiu miery znečistenia ovzdušia v centrách, aj okrajových častiach miest. Jedno digitalizované parkovacie miesto môže ročne ušetriť až 7 ton CO₂. Inteligentný parkovací pilot s 300 parkovacími miestami môže ušetriť až 2 100 ton CO₂, s 500 parkovacími miestami až 3 500 ton CO₂ ročne.

BOJ PROTI PANDÉMII POMOCOU SENZOROV IOT¹³

Dánsko počas pandémie Covid-19 vydalo predpisy, ktoré obmedzili povolený počet cestujúcich v autobuse. Podobne ako na Slovensku, bola sprístupnená len polovica kapacít na sedenie, aby sa

¹³ MOBILITY INNOVATORS. Movia launched pilot to measure Occupancy Monitoring with Smartphones in Buses. 2020. [online]. Dostupné na: <https://mobility-innovators.com/movia-launched-pilot-to-measure-occupancy-monitoring-with-smartphones-in-buses/>

BOJ PROTI PANDÉMII POMOCOU SENZOROV IOT¹³

dodržali bezpečnostné postupy. Movia, orgán verejnej dopravy vo východnom Dánsku, otestoval, či je možné pomocou detegovaných smartfónov zistiť, či sú autobusy obsadené alebo prázdne. V rámci pilotného projektu senzory IoT v autobusoch počítali počet mobilných telefónov s internetovým signálom. Toto číslo sa použilo na zistenie, či je autobus plný alebo nie a táto informácia bola zároveň v reálnom čase prístupná občanom čakajúcim na autobusových zastávkach. Čakajúci cestujúci tak mohli sledovať, koľko ľudí je v prichádzajúcom autobuse, či je kapacita voľná a zároveň vodič autobusu sledoval, či môže ďalších ľudí naberať.

Zber dát z inžinierskych sietí, od samotných užívateľov a rôznych mestských zdrojov sa využíva na identifikáciu kľúčových oblastí mestského plánovania a rozvojaestskej infraštruktúry. Tieto dáta poskytujú manažérom mestských služieb cenné poznatky, ktoré im umožňujú zvýšiť efektivitu a udržateľnosť mestského prostredia a zároveň zlepšiť kvalitu života občanov. Využitím IoT technológií sa iniciatívy v oblasti inteligentného prostredia snažia optimalizovať využívanie zdrojov,

podporovať udržateľné postupy a vytvárať harmonické životné prostredie pre obyvateľov. Príkladom je inteligentné pouličné osvetlenie. Pouličné osvetlenie s podporou IoT je základnou súčasťou väčšiny stratégií inteligentných samospráv a ponúka výhodu mestu i jeho občanom. Pomocou senzorov a ovládacích prvkov s podporou IoT možno pouličné osvetlenie spravovať na diaľku a naprogramovať tak, aby napríklad prispôbovalo jas podľa rôznych faktorov, ako je dopravný tok, poveternostné podmienky alebo denná doba (keď svieti slnko). Inteligentné pouličné osvetlenie je podporované celým radom IoT senzorov. Tieto senzory môžu byť umiestnené na komunikačných spojeniach, teda dostupné na každom stĺpe osvetlenia. Mesto tak vie na diaľku znižovať intenzitu osvetlenia, čím sa dosiahne úspora elektrickej energie. Zároveň vie svetelné jednotky riadiť v skupinách, prípadne nastavovať presný harmonogram ich zapnutia a vypnutia. Okrem toho mesto vidí, ktoré svietidlo potrebuje technickú údržbu a ktoré koľko elektrickej energie spotrebuje.

PRÍKLADY IOT DÁT – SMART PROSTREDIE

- Absolútna a priemerná úroveň hluku.
- Vlhkosť vzduchu.
- Podiel znečisťujúcej látky vo vzduchu (napr. arzén, benzén, CO₂, NH₃, atď.).
- Podiel alergénov v prostredí.
- Index kvality ovzdušia (vypočítaný na základe iných nameraných parametrov).
- Hĺbka a kvalita vody.
- Úroveň naplnenia odpadových košov, frekvencia ich naplnenia.
- Úroveň teploty.
- Spotreba energie v reálnom čase (tzv. smart metering).
- Potreba využitia verejného osvetlenia (na základe pohybu).

SMART OSVETLENIE V KYJEVE¹⁴

Verejné osvetlenie v Kyjeve tvorí približne 180-tisíc lúč. Táto sústava verejného osvetlenia bola pôvodne tvorená ortuťovými a sodíkovými výbojkami (70, 50, 250 a 400 W). Osvetlenie bolo v minulosti ovládané prevažne lokálnymi hodinovými spínačmi, čo spôsobovalo problém z pohľadu vysokej spotreby elektriny a nákladov na údržbu. V roku 2018 začala mestská rada v Kyjeve program výmeny starého pouličného osvetlenia za technológiu LED a zavedenie systému riadenia inteligentného osvetlenia mesta. Do roku 2020 bolo vymenených až 50-tisíc lúč, z ktorých každá je pripojená/integrovaná do riadiaceho panelu. Ten umožňuje flexibilne meniť intenzitu osvetlenia podľa vopred stanoveného harmonogramu (autonómne riadenie) alebo pomocou príkazu dispečera

¹⁴ SEAK. Smart Lighting Control Kyiv. [online]. Dostupné na: <https://www.seakenergetics.com/en/outdoor-lighting/2021/smart-lighting-control-kyiv.html>

SMART OSVETLENIE V KYJEVE¹⁴

(centralizované riadenie). **Od roku 2018 tak mesto ušetrilo až 1,8 mil. EUR ročne na prevádzke verejného osvetlenia.**

Ďalším príkladom je odpadové hospodárstvo. Efektívny manažment odpadového hospodárstva ako súčasť smart city dôkazuje využívať IoT technológie na rôzne účely.¹⁵ V tomto prípade IoT systém dokáže nielen optimalizovať čas na spracovanie odpadu, ale tiež znížiť výdavky. Zároveň vie mestám pomôcť ekologickejšie nakladať s odpadom a zvoliť aj pokročilejšie postupy recyklácie, čo speje k lepšiemu manažmentu odpadového hospodárstva.¹⁶ Inteligentné riešenie zberu odpadu spočíva v pripevnení jednotiek IoT senzorov, napr. ultrazvukových snímačov schopných merania úrovne odpadu vo verejných smetných nádobách. Medzi ďalšie spôsoby využitia IoT patrí sledovanie polohy smetiarskych vozidiel alebo mapovanie jednotlivých smetných nádob. Na základe získaných dát ohľadom polohy a úrovne naplnenia dokáže mesto efektívne plánovať denné trasy zberu. Okrem toho má možnosť aj dostávať upozornenia o núdzových stavoch, prípadne uniknutí látok škodlivého charakteru nebezpečného pre obyvateľov.

SMART ODPADOVÉ HOSPODÁRSTVO V MADRIDE¹⁷

Slovenská spoločnosť Sensoneo ponúka inteligentnú technológiu nakladania s odpadom, ktorá umožňuje mestám a dokonca aj podnikom znížiť svoju environmentálnu stopu a zefektívniť svoj prístup k odpadu. **Systém dokáže ušetriť finančné prostriedky pri zbere odpadu (vďaka redukcii trás smetiarskych áut) až o 63% (znižuje sa čas zberu, náklady na pohonné hmoty, frekvencia dopravy a hluk).** Vo februári 2023 spoločnosť oznámila, že zrealizuje najväčší projekt inteligentného odpadového hospodárstva v Európe. V Madride, hlavnom meste Španielska, bude inštalovaných viac ako 11 000 senzorov do nádob na textil, sklo, obaly a bežný odpad. Mesto navyše využije firemný systém, ktorý pomáha plánovať optimálne trasy zberu pri zachovaní minimálnych nákladov. Platforma dokáže brať do úvahy slepé miesta, aktuálne informácie o premávke a ďalšie faktory, ktoré sú kľúčové pre zber odpadu, pričom operátorovi stále umožňuje byť flexibilný a v prípade potreby prispôbiť trasy.

¹⁵ TELENOR IOT. Waste vision: Improved Waste Separation and Optimized Logistics. [online]. Dostupné na: https://iot.telenor.com/wp-content/uploads/2023/01/Telenor-IoT_Waste-vision-customer-case.pdf

¹⁶ EVREKA. IoT-based Smart Waste Management Systems for Revolutionary Change. [online]. Dostupné na: <https://evreka.co/blog/iot-based-smart-waste-management-systems/#:~:text=IoT%2Dbased%20smart%20sensors%20help,daily%20optimized%20routes%20for%20collecti on>

¹⁷ MINISTERSTVO ZAHRANIČNÝCH VECÍ SR 2023. Slovak startup brings the biggest smart waste installation to Europe. [online]. Dostupné na: <https://www.mzv.sk/web/en/slovakia/blog/slovak-startup-brings-the-biggest-smart-waste-installation-to-europe>

PRÍKLADY IOT DÁT – SMART OBČANIA

- (Anonymizovaný) pohyb obyvateľov počas pracovných a víkendových dní (pre analýzu spotrebiteľského správania s cieľom poskytovania lacnejších a kvalitnejších služieb).
- Počet a druh nebezpečných incidentov (napr. strelba, výkriky, agresívne správanie atď.).
- Využitie vzdelávacích, zdravotníckych a vedeckých pomôcok a zariadení (pre analýzu ich využitia a následnej optimalizácie použitia).
- Monitoring kondície a zdravia (nielen v rámci zdravotníctva, ale aj na hodinách telesnej výchovy).
- Účasť žiakov a študentov na vyučovaní, na spoločných aktivitách, úroveň sústredenia sa na učivo atď. (pre optimalizáciu vzdelávania šitú na mieru pre každého).

Úspech iniciatív v inteligentných mestách s podporou IoT vo veľkej miere závisí od aktívnej účasti a prístupu občanov. Ich angažovanosť, informované rozhodovanie a prispôsobivosť sú prvoradé pre efektívne prijímanie rozhodnutí a prispievanie k inovatívnym riešeniam, kreatívnym nápadom a rôznorodým príležitostiam, ktoré ponúka inteligentný mestský život. Vzdelávanie a dôraz na užívateľskú skúsenosť slúži ako silný nástroj, ktorý umožňuje občanom porozumieť a aktívne využívať technológie,

ktoré sú základom inteligentných miest. Okrem toho je nevyhnutné zaviesť iniciatívy podporujúce rast a udržanie tvorivých jednotlivcov, pretože zohrávajú kľúčovú úlohu pri kultivácii dynamického a prosperujúceho ekosystému inteligentných miest. Využitím potenciálu IoT a uprednostňovaním vzdelávania a uchovania talentov môžu inteligentné mestá lepšie využiť všetky vedomosti a zručnosti svojich občanov, čo povedie k transformačným inováciám, snahám o spoluprácu a trvalo udržateľnému pokroku.

SMART OBCE VO ŠVÉDSKU¹⁸

Projekt Smarta Offentliga Miljöer (v preklade Inteligentné verejné prostredie) vznikol vďaka spoločným záujmom švédskych miest Malmö a Lund spolu so širokým spektrom miestnych podnikov. Zaoberá sa tým, aby sa zainteresované strany stali inteligentnejšími prostredníctvom testovania a vyhodnocovania efektívnosti technológie IoT vo verejných prostrediach. Spoločnosť Sensative sa zapojila do projektu poskytnutím hardvéru a softvéru IoT a taktiež inštaláciou siete LoRaWAN v Lunde, čím sa umožnilo zariadeniam komunikovať na spoľahlivom a všestrannom protokole. Projekt sa zrodil vďaka záujmu radového obyvateľa Jana Malmgrena z Veberödu zlepšovať životy svojich spoluobyvateľov. Malmgren začal vývojom aplikácie, v ktorej môžu občania Veberödu diskutovať o nápadoch alebo problémoch a spolupracovať pri realizácii miestnych projektov (slovenský ekvivalent je portál odkazprestarostu.sk). Keď sa Malmgren dozvedel o inštalácii siete LoRaWAN v Lunde, pripojil sa k projektu, aby zistil, ako by testované riešenia mohli rozšíriť aj do svojej obce. Následne našiel finančnú podporu pre nové testované zariadenia spolu s odbornou pomocou ďalších aktérov – mnohé strany chceli totiž vedieť, ako by IoT vyzeral v prostredí obce. S pomocou spoločnosti Sensative tak Jan Malmgren zriadil inštaláciu siete LoRaWAN aj v obci Veberöd, ktorá umožnila realizovať rôznorodé projektové plány. Platforma DiMS Yggio teraz navyše funguje ako centrálna vrstva zberu údajov pre inteligentnú obec umožňujúca rôznym aktérom vizualizovať trendy a sprístupniť údaje pre vývoj alebo optimalizáciu. Zároveň sa úspech projektu odzrkadlil v jeho následnom pokračovaní.¹⁹

Vzdelávací sektor je pravdepodobne najefektívnejší, čo sa týka nasadzovania a práce s inovatívnymi technológiami, ako je práve IoT, z dôvodu prirodzeného rýchlejšieho osvojenia nových procesov u mladých ľudí. Jeho používanie pri výučbe zároveň robí vzdelávanie interaktívne, žiakov a študentov učí participácii a dôležitosti dát. Inteligentné dochádzkové zariadenia, tabule, poplašné systémy, nástroje na hodnotenie kvality výučby a samotných žiakov a študentov, školské kamery či zámky na

¹⁸SENSATIVE. Smart Villages (Smarta Byar) – A sensitive Customers Case. [online]. Dostupné na: https://sensative.com/iot_use_cases/smart-villages-customer-use-case/

¹⁹ FUTURE BY LAND. SOM II: Smart public environment. 2022. [online]. <https://www.futurebylund.se/project/smarta-offentliga-miljoer>

skrinkách - toto všetko sa môže vďaka IoT presunúť do centrálného automatizovaného systému. Učitelia a administrátori môžu získať údaje o štýle učenia, pokroku a problémoch študenta. Tieto informácie možno použiť na vytvorenie konkrétnych plánov hodín a vzdelávacích stratégií prispôbených individuálnym potrebám každého študenta. Napr. študentovi, ktorý zápasí so základnými predmetmi, môžu byť poskytnuté ďalšie zdroje a podpora, ktorá mu pomôže lepšie pochopiť problematiku. Na druhej strane, IoT v spolupráci s umelou inteligenciou vie študentom, ktorí vynikajú, navrhnúť pokročilejší obsah, aby mohli ďalej rásť a rozvíjať sa. Celkovo môže IoT a umelá inteligencia priniesť individuálne a dostupnejšie vzdelávanie (napr. prístup k odľahlým lokalitám vďaka dátam zo senzorov) a pomôcť tak zabezpečiť, aby každý študent dostal podporu a poradenstvo, ktoré potrebuje a uspel vo svojom štúdiu. Umelá inteligencia zároveň vie pomôcť zaujať a motivovať študentov tým, že im poskytne relevantné a zmysluplné vedomosti pre ich potreby a záujmy.²⁰ Zefektívnenie/automatizácia administratívnych procesov, samotný obsah výučby a jej hĺbka, ale aj proces zameraný na dostupnosť, spoluprácu, interaktívnosť – dáta z IoT toto všetko umožňujú.

SMART OBČANIA²¹

Koncept smart obce sa rýchlo rozšíril aj do miestnej školy mesta Veberöd, ktorá začala ponúkať kurzy zamerané na IoT s cieľom podporiť nové aplikácie tejto technológie a inšpirovať nové generácie digitálnych inovátorov. Štúdium sa zameriava na udržateľnosť na sociálnej aj environmentálnej úrovni s cieľom nájsť riešenia súčasných a budúcich výziev.

Dáta z IoT ponúkajú potenciál zlepšených štandardov v niekoľkých aspektoch každodenného života od bývania, práce a spôsobu prepravy ľudí v rámci miest, až po verejné a sociálne služby. Inteligentné riadenie strategických zariadení, verejných priestorov a služieb zahŕňa zlepšenie ich dostupnosti, zvýšenie ich kvality a zníženie ich nákladov. Jednoducho, inteligentné mesto a región ponúkajú tovary a služby, ktoré reagujú na potreby občanov, zlepšujú kvalitu života a blahobyt nás všetkých.

PRÍKLADY IOT DÁT – SMART ŽIVOT

- Využitie inteligentných zariadení v domácnosti (termostaty, osvetlenie, biela technika) s cieľom optimalizácie spotreby energie a vytvorenia iných výhod (napr. optimalizácia nákupov na základe dát z chladničky s cieľom ušetriť náklady).
- Kvalita vnútorného vzduchu (vrátane teploty, vlhkosti, hladiny CO₂ a znečisťujúcich látok) s cieľom zlepšiť životné prostredie a podporiť zdravie obyvateľov.
- Využívanie vody, tvorba odpadu (podľa druhu s cieľom podporiť recykláciu), spotreba energie, vykurovanie v domácnostiach, bytových jednotkách, domoch, podnikoch a pod.
- Zdravie, kŕmenie, úroveň aktivity domácich zvierat.
- Vzorke spánku pre optimalizáciu jeho kvality.
- Panické záchvaty, pády, srdečné zástavy a iné kritické situácie pre automatizované privolanie pomoci.

RIADENIE SPOTREBY ENERGIE V REÁLNOM ČASE²²

Elektrická energia patrí medzi najväčšie náklady prevádzky čističiek odpadových vôd. Jej cena však výrazne závisí od štruktúry energetických taríf a od rôznych časov jej čerpania. Spoločnosť AdTa sa

²⁰ ELARNING INDUSTRY. TOP 6 things you should know about IoT in the Education Industry. 2023. [online]. Dostupné na: <https://elearningindustry.com/top-things-you-should-know-about-iot-in-the-education-industry#:~:text=With%20IoT%20devices%2C%20schools%20can,potential%20threats%20or%20suspicious%20activity>.

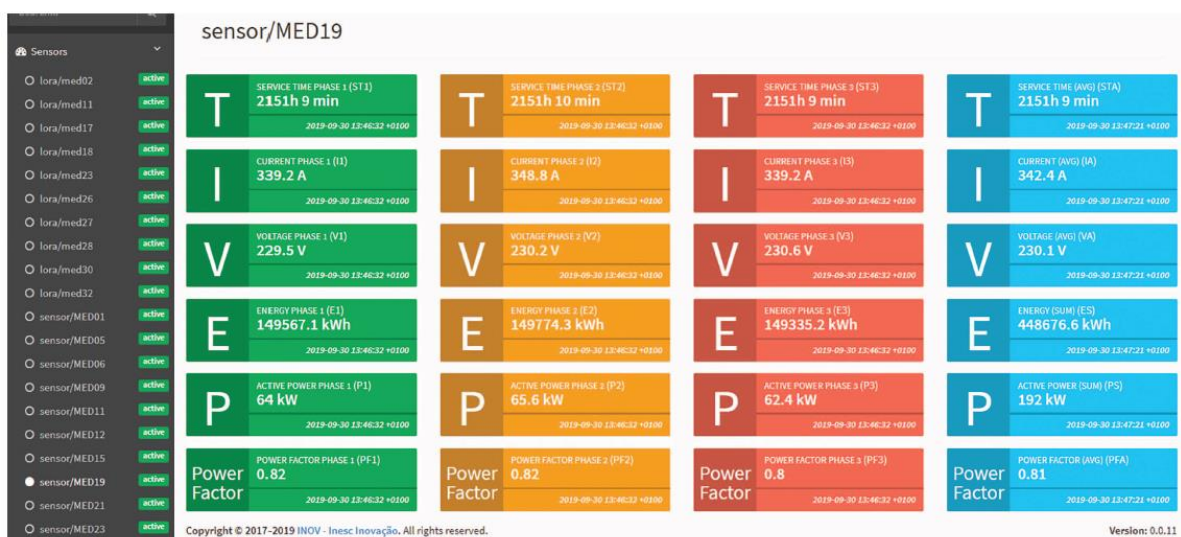
²¹ LEADER NODRVÄSTRA SKARABORG. Smarta Byar. [online]. Dostupné na: <https://leadernvskaraborg.se/smarta-byar/>

²² VERMESAN, O., & BACQUET, J. (Eds.). 2022. Internet of Things–The Call of the Edge: Everything Intelligent Everywhere. CRC Press.

RIADENIE SPOTREBY ENERGIE V REÁLNOM ČASE²²

rozhodla aplikovať senzory IoT na vybrané zariadenia dvoch rôznych čističiek s cieľom merať spotrebu elektrickej energie (a iné fyzikálne veličiny) v reálnom čase s cieľom optimalizácie prevádzky z pohľadu šetrenia nákladov. V súčasnosti to totiž už nie je len strana výroby a distribúcie energie, kde sa priemysel snaží o optimalizáciu, ale aj strana dopytu po nej. Zariadenia, ktoré energiu spotrebujú, totiž zvyknú mať výkyvy jej spotreby (napr. extrémny nárast v určitom cykle ich fungovania) a potenciálny presun týchto výkyvov na časy menšieho dopytu po energii (vtedy, keď je energia lacnejšia) by mohol ušetriť samosprávam veľké finančné prostriedky. Spoločnosť vyvinula platformu, ktorá umožňovala integráciu výsledkov meraní (viď. obrázok nižšie) a taktiež konfiguráciu senzorov z pohľadu rôznej doby merania, aktivácie a iných parametrov. Vďaka implementácii uvedeného IoT systému mohli prevádzkovatelia čističiek vykonať analýzu zozbieraných dát a vyvinúť systém na optimalizáciu spotreby elektrickej energie, čo v dôsledku znamená lacnejšiu vodu pre všetkých obyvateľov.

Platforma ukazuje jednotlivé zapojené senzory na ľavej strane a merané fyzikálne veličiny z jedného zo senzorov (v tomto prípade MED19) napravo (T – čas prevádzky, I – elektrický prúd, V – elektrické napätie, E – spotreba energie, P – výkon, Power Factor – účinník). Zelené, oranžové a červené stĺpce ukazujú každý jeden z troch cyklov zariadenia, zatiaľ čo modrý stĺpec ukazuje priemerné namerané hodnoty vo všetkých troch cykloch. V súvislosti s každým meraním v spodnej časti každého poľa vidíme čas nameranej (vypočítanej) hodnoty.



Obr.7: Zapojené senzory a merané fyzikálne veličiny jedného zo senzorov. Zdroj: Internet of Things–The Call of the Edge: Everything Intelligent Everywhere

Predstavme si ďalej IoT v zdravotníctve ako integráciu pripojených zariadení, senzorov a systémov na zhromažďovanie, prenos a analýzu údajov súvisiacich so zdravím v reálnom čase. Jedná sa teda o komunikáciu a spoluprácu medzi poskytovateľmi zdravotnej starostlivosti, pacientmi, zdravotníckymi zariadeniami a ďalšími rôznymi jednotkami zdravotnej starostlivosti. Takýto model umožňuje monitorovanie a riadenie zdravotného stavu pacientov, zdravotníckeho vybavenia a zdravotníckych zariadení. Dáta, ktorými inštitúcie alebo zdravotnícke subjekty disponujú, môžu zahŕňať vitálne funkcie a úroveň aktivity pacienta, dodržiavanie podávania liekov, prírodné podmienky a ďalšie. Tieto údaje sa bezpečne prenášajú poskytovateľom zdravotnej starostlivosti, čo im umožňuje prijímať informované rozhodnutia, poskytovať včasné zásahy a poskytovať personalizovanú starostlivosť. Údaje z týchto zariadení sa môžu prenášať v reálnom čase, čo umožňuje proaktívnu starostlivosť, včasnú intervenciu

a zníženie počtu hospitalizácií. IoT môže vylepšiť tradičné lekárske zariadenia pridaním konektivity a inteligencie. Napr. inzulínové pumpy s podporou internetu vecí môžu automaticky upravovať dávky inzulínu na základe hladín cukru v krvi v reálnom čase a inteligentné inhalátory môžu sledovať používanie liekov a posilať pripomienky pacientom. Internet vecí možno použiť na sledovanie a správu lekárskeho vybavenia, spotrebného materiálu a liekov v rámci zdravotníckych zariadení. Využitím senzorov a RFID štítkov môžu poskytovatelia zdravotnej starostlivosti efektívne lokalizovať a spravovať zásoby, čím sa zníži množstvo odpadu a zabezpečí sa včasná dostupnosť základných zdrojov. Aplikácia IoT (nielen) v zdravotníctve je však oveľa širšia:

- IoT umožňuje služby zdravotnej starostlivosti na diaľku prostredníctvom platforiem telemedicíny. Prepojené zariadenia, ako sú videokonferenčné systémy a nástroje na vzdialené vyšetrenie, umožňujú zdravotníckym pracovníkom poskytovať konzultácie, monitorovať pacientov a poskytovať starostlivosť najmä vo vidieckych alebo nedostatočne obsluhovaných oblastiach.
- Inteligentné domáce technológie založené na IoT môžu pomôcť starším alebo zdravotne postihnutým jednotlivcom udržať si nezávislý život. Sensory, inteligentné spotrebiče a nositeľné zariadenia dokážu monitorovať každodenné aktivity, zisťovať núdzové situácie a poskytovať pomoc jednotlivcom s obmedzenou pohyblivosťou alebo chronickými ochoreniami.
- Údaje generované IoT v kombinácii s pokročilou analytikou môžu vytvoriť predikciu vývoja zdravotného stavu, včasnú detekciu a prevenciu chorôb. Analýzou dátových vzorov z viacerých zdrojov vrátane nositeľných zariadení, elektronických zdravotných záznamov a environmentálnych senzorov môžu poskytovatelia zdravotnej starostlivosti identifikovať trendy a proaktívne zasiahnuť.
- IoT dokáže optimalizovať nemocničné operácie automatizáciou procesov a zlepšením efektivity pracovného toku či logistiky zdravotníckych zariadení (presun zariadení na potrebné miesta v požadovanom čase – napr. pred príchodom pacienta). Inteligentné senzory lôžka môžu upozorniť personál na pohyby pacienta, zatiaľ čo pripojené systémy môžu sledovať využitie zariadení a zefektívniť správu majetku, čo vedie k lepšiemu rozdeleniu zdrojov a úspore nákladov.

ZDRAVIE NA CESTÁCH V MILÁNE²³

Zvyšovanie bezpečnosti na cestách patrí medzi hlavné ciele politiky metropolitného mesta Miláno. Ako je známe, nehody sú jednou z hlavných príčin smrti a keďže chodci sú primárnymi obeťami, sú považovaní za „zraniteľné subjekty“, ktoré treba chrániť. Schválenie riadnych predpisov a zavedenie účinných systémov odhaľovania dopravných priestupkov predstavujú nevyhnutné podmienky na prevenciu rizík na cestách. Mesto preto podporilo integrovaný projekt bezpečnosti na cestách na zníženie nehôd a ochranu „zraniteľných subjektov“ so strednodobým cieľom postupne znížiť počet úmrtí a pokút súvisiacich s dopravnými nehodami na nulu. Spoločnosť Safety21, líder na trhu v oblasti technologických služieb pre verejné orgány a policajné zbory, navrhla integrované riešenie ochrany využívajúce technológiu spoločnosti Axis - IP kamery a 360° kamery s analýzou údajov na báze edge computing-u. Vďaka spolupráci so súkromným sektorom Miláno zvýšilo bezpečnosť na cestách a zlepšilo dodržiavanie pravidiel cestnej premávky monitoringom hlavných cestných ťahov v reálnom čase.

²³ AXIS COMMUNICATIONS. Safety21 and Axis: partners for a safer metropolitan city of Milan. 2021. [online]. Dostupné na: <https://www.axis.com/en-us/customer-story/smart-city-milan>

PRÍKLADY IOT DÁT – SMART EKONOMIKA

- Počet obyvateľov/turistov v danej oblasti (napr. rekreačné či turistické oblasti, priemyselné zóny, mestské centrá atď.).
- Kvalita pôdy, váha a veľkosť vypestovaných plodín a vychovaných zvierat.
- Úroveň naplnenosti mestských skladov.
- Počet návštevníkov mestských úradov, čas ich vybavenia, meranie spotrebiteľského správania.
- Sledovanie zákaziek v reálnom čase (senzory na vozidlách či kontajneroch umožnia sledovanie zákazky a následnú optimalizáciu trasy jej doručenia).
- Úroveň opotrebenia strategických zariadení, meranie kvality výrobkov (napr. pre potreby preventívnej údržby).

Medzi ďalšie súčasné výzvy samospráv patria najmä prístup občanov k pracovným príležitostiam, cena a dostupnosť tovarov a služieb, konkurencieschopnosť samospráv ako takých, ale taktiež ľudských zdrojov, ktoré ju tvoria. Mestskú a regionálnu ekonomiku považujeme za inteligentnú vtedy, keď inovatívne technológie ako IoT napomáhajú zvyšovaniu produktivity a reagujú na dynamiku trhov, vytvárajú nové obchodné modely, podnikateľské

príležitosti a následne diverzifikujú obchodné riziká samospráv, resp. územia. Vytvorením odolnej infraštruktúry s podporou IoT môžu mestá získať najrôznejšie dáta o obchodných a dodávateľských procesoch a následnou analýzou týchto dát sa zabezpečí efektívne využívanie zdrojov v území, ktoré pozitívne ovplyvní všetky zainteresované strany.

VYROVNÁVANIE REGIONÁLNYCH ROZDIELOV²⁴

Nevyvážený geografický rozvoj často vedie k tomu, že vidiecke oblasti zaostávajú z hľadiska infraštruktúry, prístupu k službám a ekonomických príležitostí. Poľnohospodárstvo je kritickým sektorom v mnohých regiónoch, ale kvôli obmedzeným zdrojom a technologickému pokroku vidiecki farmári často čelia problémom pri optimalizácii svojich poľnohospodárskych postupov a zlepšovaní výnosov. Implementácia rôznych typov senzorov na zhromažďovanie každodenných údajov v poľnohospodárstve, ako je napríklad hladina vody, teplota, vlhkosť pôdy a vzduchu, identifikácia chorôb, aplikácia hnojív, osvetlenie a monitorovanie rastlín, umožňuje automatizáciu veľkého množstva úkonov, zvýšenie produktivity a zjednodušenie procesov. Analýza týchto údajov poskytuje náhľad na nové procesy pestovania plodín pri šetrení zdrojov. Smart poľnohospodárstvo predstavuje nástroj na zvládnutie výziev, ako zmena klimatických podmienok, nárast teplotných zmien či zvyšujúci sa počet obyvateľov.

Inteligentná samospráva taktiež podporuje koncepty súvisiace s experimentovaním s inováciami, podnikateľským myslením obyvateľov, flexibilitou trhu práce či schopnosťou rýchleho prispôsobenia sa novým podmienkam. Mestá a obce môžu napríklad na základe zozbieraných dát analyzovať spotrebiteľské správanie občanov pri poskytovaní verejných služieb a predpovedať budúci dopyt. To im umožní zlepšenie plánovania, znižovanie nákladov, zvyšovanie efektivity a ultimátne aj spokojnosť odberateľa – občana.

SMART TURIZMUS VO FÍNSKU²⁵

Projekt Urban Eco Islands vznikol s cieľom vytvoriť model moderného, avšak udržateľného turizmu pri zachovaní citlivého ekosystému prírody na ostrove Vasikkassari v Helsinkách (a ostrove Aegna v Tallinne). Mesto hľadalo prostriedky na monitoring a prevenciu environmentálnych vplyvov rastúceho počtu návštevníkov, pričom ten bol meraný vďaka inštalácii počítadla návštev a senzorov IoT rozmiestnených na ostrove. Počas dvojiročného obdobia bola verejnosť a mládež pozývaná k

²⁴ AWAI, A., TAJAMUL, H., NORAMON, T., NURDA, H., & GIACOMO, C. 2023. Application of Smart Techniques, Internet of Things and Data Mining for Resource Use Efficient and Sustainable Crop Production.

²⁵ URBAN ECO ISLANDS. Handbook for developing Urban Eco - Islands with smart solutions. 2021. [online]. Dostupné na: <https://www.hel.fi/static/liitteet/kaupunkiymparisto/asuminen-ja-ymparisto/luonto/handbook-for-developing-urban-eco-islands.pdf>

SMART TURIZMUS VO FÍNSKU²⁵

pozorovaniu prírody na ostrove a zapojeniu sa do rôznych aktivít (napr. učiteľom bol poskytnutý materiál na učenie pre žiakov a nemuseli tak stráviť čas vytváraním nového). Na základe výsledkov dát boli cesty a chodníčky na ostrove navrhnuté tak, aby z nich návštevníci nemuseli odbočovať a aby videli tie najlepšie časti ostrova (najzaujímavejšie časti sa pritom dajú odvodiť od počtu ľudí, ktorí daným miestom prejdú, zastavia sa a strávia tam daný čas). K dátam o pohybe ľudí sa pridali dáta získané prostredníctvom dronov, ktoré monitorovali prostredie a získavali údaje o stave ciest a životnom prostredí. Vďaka niekoľkým nástrojom inteligentných miest ako dáta, IKT a participácia občanov tak bolo mesto schopné z ostrova Vasikkassari vytvoriť atraktívnu turistickú destináciu, ktorej návštevnosť zvýšila príjem do mestského rozpočtu.

Prostredníctvom dát z IoT je možné vytvoriť transparentný, pohotový a efektívny rámec riadenia samospráv, ktorý vedie k zvýšeniu spokojnosti verejnosti. Príklady využitia údajov v inteligentnom riadení zahŕňajú napr. tvorbu nových verzií politík, mestské plánovanie a rozvoj, instantnú reakciu na núdzové situácie a verejnú bezpečnosť, zvýšenie kvality verejných služieb a mnoho ďalších. Dáta uľahčujú identifikáciu problémov, ponúkajú alternatívy ich riešení a vzbudzujú väčšiu dôveru vo verejné inštitúcie. Samosprávy využívajúce dáta z IoT podporujú informovanosť, transparentné riadenie územia a tiež efektívne riadenie investícií prostredníctvom inovatívnych nástrojov, ako sú mestské platformy, ktoré integrujú dáta z rôznych zdrojov (nielen z IoT) – napr. už existujúcich dátových registrov (viac o platformách v kapitole č. 8 tohto dokumentu). Pre integráciu dát z rôznych zdrojov je však potrebná ich interoperabilita na sémantickej úrovni, ktorá sa dá dosiahnuť spoločným konsenzom na samotných modeloch dát – tzv. dátových štandardoch (viac o dátovej štandardizácii v kapitole č. 10 tohto dokumentu).

SMART RIADENIE V JÖNKÖPINGU²⁶

V roku 2020 bol vo Švédsku, v regióne Jönköpingu (ktorý sa skladá z 13 municipalít) spustený projekt s cieľom osvojiť si používanie technológie IoT v regióne tým, že región spustil a sprístupnil platformu, ktorá integruje dáta z IoT a konzultačné služby pre jej aplikácie množstvu komunálnych a súkromných aktérov. Účastníci počas projektu skúmali nové aplikácie a možné spôsoby využitia, pričom sa následne podelili o skúsenosti a identifikované výhody. Spoločnosti Sensative a Combitech boli zodpovedné za implementáciu senzorov a platformy a región sa rozhodol kúpiť tri počiatočné aplikácie s rôznymi typmi senzorov, ktoré sa implementovali v štyroch rôznych mestách. Súčasťou balíka boli konzultačné služby pokrývajúce celú dĺžku projektu. Platforma s názvom Yggio samosprávam umožnila rýchlo zobraziť údaje, ktoré potom mohli zúčastneným stranám ukázať. Zbierané dáta aktéri využili na vytvorenie širokej škály aplikácií, ktoré dokážu šetriť čas, zdroje, úsilie a zároveň zvyšujú atraktivitu a bezpečnosť v území. Napr. dáta o využívaní rôznych miestností vo verejných budovách pomáhajú šetriť prostriedky na osvetlenie, vykurovanie a optimalizujú prevádzku. V prípade exteriéru aplikácie zvyšujú atraktivitu turizmu, umožňujú úsporu zdrojov pri manuálnej práci a umožňujú regiónu lepšie porozumieť tomu, ako občania využívajú rekreačné oblasti, čo je tiež cenným základom pre ich ďalší rozvoj. Dáta okrem toho ponúkajú zlepšenie komunikácie medzi samosprávami a medzi samosprávami a súkromným sektorom, čím vytvárajú základ pre zefektívnenie vzájomných procesov. Integrácia dát z rôznych zdrojov (senzorov) v platforme bola umožnená vďaka iniciatíve FIWARE (viac o iniciatíve FIWARE a jej prínosoch pre samosprávy v kapitole č. 9). Kľúčovú úlohu v tomto projekte zohrával práve región, ktorý celý projekt

²⁶ SENSATIVE. Implementing IoT in the Region of Jönköping – A Sensative Customer Case. 2020. [online]. Dostupné na: https://sensative.com/iot_use_cases/implementing-iot-in-jonkoping-a-sensative-customer-case/

SMART RIADENIE V JÖNKÖPINGU²⁶

riadil, sprístupnil platformu mestám, tie využívali rôzne jej funkcie a späť komunikovali návrhy na jej zlepšenie.

Vďaka integrácii dát z rôznych zdrojov je prostredníctvom inteligentných platforiem možné získať ucelený prehľad o aktuálnom a historickom dianí v území v digitálnej forme. Digitálne dvojčatá môžeme považovať za najvyššiu formu inteligentných platforiem, ktoré nielen zobrazujú aktuálnu a historickú situáciu v území, ale navyše je v nich možná aj simulácia budúceho vývoja na základe zadaných predpokladov. Nové formy mestských a regionálnych politík je tak možné vďaka digitálnym dvojčatám územia najskôr otestovať a až v prípade pozitívnej reakcie systému implementovať do praxe. Navyše, digitálne dvojčičky umožňujú prediktívnu údržbu neustálym monitorovaním stavu verejnej infraštruktúry, čo vedie k zníženiu nákladov a predchádzaniu neplánovaným výpadkom.

DIGITÁLNE DVOJČA OBCE

Inteligentný rozvoj v obci Veberöd dosiahol dokonca taký stupeň, akým sa v súčasnosti nemôžu pochváliť ani desaťtisícové mestá vo svete. Projekt vyvinul digitálne dvojča obce s použitím senzorov IoT. Digitálne dvojčatá sa používajú na digitálnu vizualizáciu údajov a simuláciu scenárov vývoja územia s výzvami a príležitosťami. V tomto prípade chcel projekt vytvoriť také dvojča, ktoré by umožnilo digitálne sledovať vývoj obce v reálnom čase. Prvým krokom bolo zmapovanie dediny zhora pomocou dronu, ktorému LTH (Technická fakulta) v Lunde pomohla vyrobiť 3D model. S kompletným 3D modelom obce pomohla spoločnosť Sensative extrahovať dáta z API na zmapovanie všetkých senzorov v okolí dediny. Obec si teraz môže zobrazovať všetky aktivity senzorov v reálnom čase v tzv. „laboratóriu internetu vecí“, ktoré tu Jan Malmgren zriadil.

7 Priestorové dáta a ich pozadie

Akčný plán inteligentných miest a regiónov 2023 – 2026 definuje ako jednu z priorít nielen rozvoj prostredia pre zber, spracovanie a analytické využitie dát z inovatívnych riešení (opatrenie N05), ale aj rozvoj systému zberu a spracovania priestorových dát (komplementárne opatrenie N06). Dáta z IoT riešení majú totiž prirodzený synergický efekt s priestorovými dátami. Priestorová interpretácia údajov zo senzorov môže poskytnúť lepšiu a rýchlejšiu analýzu problémov, rozhodovanie a poskytovanie inovatívnych služieb. Kombinácia týchto dát je taktiež vhodnejšia a prehľadnejšia pre širšiu verejnosť. V tejto kapitole si preto predstavíme rôzne druhy priestorových dát a možnosti ich využitia pre inteligentné mestá a regióny.

PRÍKLADY PRIESTOROVÝCH DÁT

- Geografické názvoslovie (názvy obcí, krajov a okresov).
- Správne jednotky (rozdelenie územia podľa právomoci rozhodovať).
- Parcely katastra nehnuteľností (geometrické a polohové určenie pozemku).
- Dopravné siete a hydrografia.
- Chránené územia.
- Výškové modely zemského povrchu.
- Ortofotosnímky (georeferencované obrazové údaje o zemskom povrchu buď zo satelitu, alebo z leteckých snímačov).
- Štatistické jednotky (jednotky pre šírenie alebo využívanie štatistických informácií).
- Budovy a pôda.
- Využitie územia (územie charakterizované podľa jeho súčasného a budúceho plánovaného funkčného rozmeru alebo socioekonomického účelu (napr. obytný, priemyselný, obchodný, poľnohospodársky, lesnícky, rekreačný).
- Ľudské zdravie a bezpečnosť (napr. geografická distribúcia najčastejších ochorení).
- Verejné a štátne služby (verejné zariadenia, ako napr. kanalizácia, nakladanie s odpadom, dodávka energie a dodávka vody).
- Rozmiestnenie obyvateľstva – demografia.
- Atmosférické podmienky (fyzikálne podmienky v atmosfére).

Samotné priestorové údaje sa stali kľúčovým prvkom politik miestneho a regionálneho rozvoja a v súčasnosti sú využívané širokou škálou zainteresovaných strán na analýzu zložitých situácií, na informované rozhodnutia a komunikáciu s verejnosťou. Verejné inštitúcie však stále čelia viacerým problémom pri rozhodovacích procesoch. Často im chýbajú priestorové informácie alebo sú neúplné, chýba ich popis, čo má vplyv na kvalitu ich vyhľadávania. Širšiemu využitiu priestorových údajov bránia aj rôzne kultúrne, historické, inštitucionálne, finančné a právne prekážky²⁷. Regionálne a lokálne politiky začínajú objavovať potenciál pre rozhodovanie ukrytý v dátových politikách, dátových koalíciách a samotných priestorových dátach, ktorých sú buď sami

pôvodcami, alebo konzumentmi. Každé rozhodnutie viazané k nejakému územiu má priestorový charakter a môže byť ložiskom niekoľkých priestorových konfliktov. Povedzme, že obec ide plánovať trasu cyklochodníka, ktorý občania potrebujú pre uľahčenie prístupu do blízkej výrobnéj haly, kde pracuje 60% ekonomicky aktívneho obyvateľstva obce. Zdanlivo jednoduché trasovanie môže mať však niekoľko priestorových konfliktov, napr. s ochrannými pásmami prírodných habitatov, konflikty s inžinierskymi sieťami, ktoré sú už súčasťou daného územia, kvalitou podlažia či s vegetáciou, ktorú je nutne vyrezať, až po vlastnícke vzťahy. Priemet všetkých uvedených konfliktov pre daných stakeholderov predstavuje potenciálne riziká a ohrozenie samotného plánovania a výstavby príslušnej cyklotrasy. V danom okamihu hrajú významnú rolu ľahko dostupné a kvalitné priestorové informácie, ktoré dokážu ponúknuť plánovačovi reálny pohľad na dotknuté územie. Mapové podklady tvorené priestorovými dátami (príklady v ráme vyššie), ktoré sa poskladajú v informačnom systéme na seba, dokážu naraz odhaliť všetky riziká a prípadné prekážky realizácie prác a projektov.

Dáta sú novou infraštruktúrou. Efektívne vytváranie a správa priestorových údajov umožní mestám vytvárať plány a politiky fungujúce v prospech občanov a zároveň efektívne alokovať obmedzené zdroje. Napr. mestskí predstavitelia budú môcť použiť údaje ako dôkaz na rozhodnutie, kedy sú

²⁷ M. MICHALKO. geOrchestra – Prezentácia platformy pred komunitou. 2021. [online]. Dostupné na: <https://geopresovregion.sk/home/2021/01/21/komunitne-mapovanie-chybajuce-priestorove-data/>

dopravné služby najviac potrebné a kadiaľ by mal ísť nový most, prípadne, či sa verejné zariadenia využívajú spôsobom, ktorý prináša maximálny úžitok pre občanov²⁸. Použitie priestorových informácií umožňuje presné, cielené rozhodovania založené na dôkazoch, čím sa zvýši úspora nákladov verejného sektora. Ďalšie pozitívne vplyvy priestorovo informovaného plánovania a mestského manažmentu zahŕňajú zníženie dopravných zápch, zvýšenie bezpečnosti a zvýšenú odolnosť voči klimatickým zmenám.

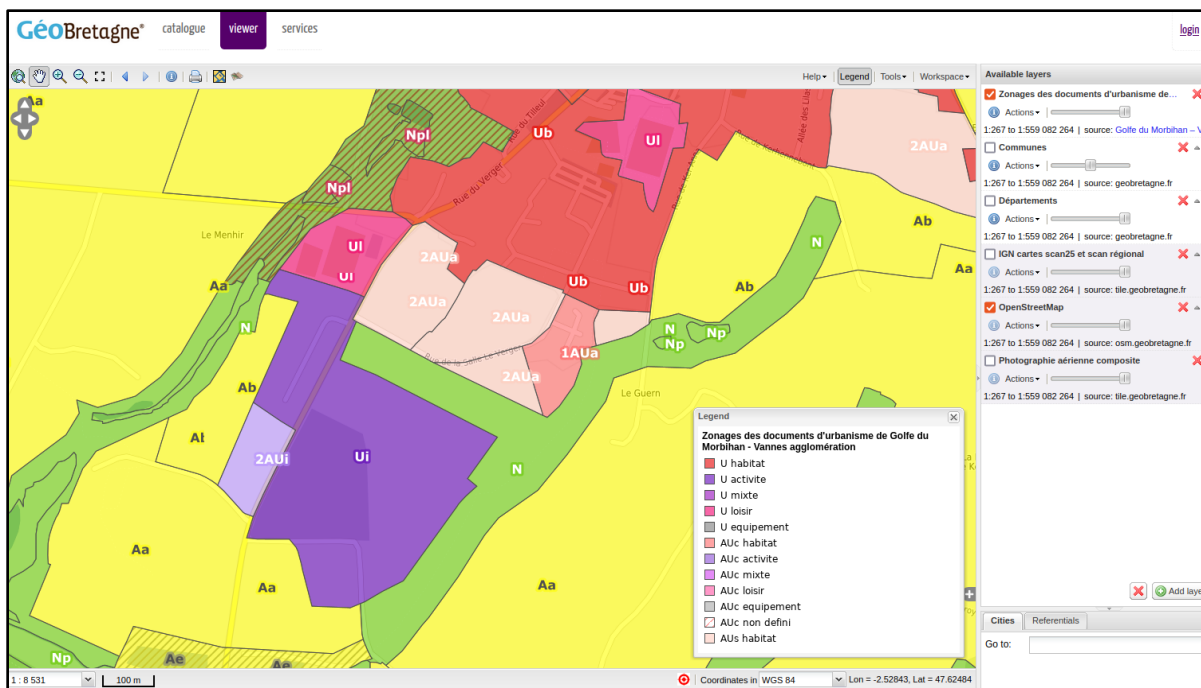
Významným softvérovým nástrojom pre samosprávy a mestské orgány, ktorý umožňuje efektívnu správu a analýzu priestorových dát kľúčových pre rozvoj a riadenie územných plánov, infraštruktúry, dopravy, životného prostredia a sociálnych služieb, je tzv. **Geografický informačný systém** (ďalej len „GIS“). GIS, ktorý sa zameriava na zdieľanie údajov na webe, sa nazýva **Geoportál**. Tieto dva pojmy sa často nesprávne zamieňajú. Geoportál je však z technického hľadiska kombináciou rôznych komponentov ako katalóg na vyhľadávanie metadát alebo súborov priestorových údajov a služieb; komponent slúžiaci na správu priestorových údajov na webe; priestorová databáza na prepojenie rôznych vrstiev priestorových informácií a prehliadač webových máp na vizualizáciu a interakciu s priestorovými údajmi online. V súčasnosti existujú desiatky až stovky príkladov použitia týchto služieb pre účely strategického plánovania, turizmu, dopravy, životného prostredia a mnoho iných. V nasledujúcej časti dokumentu uvádzame niekoľko z nich.

Územný plán obce/mesta

Územnoplánovacia dokumentácia (ÚPD) predstavuje pre samosprávy základný operačný, ale aj argumentačný podklad pre územné rozhodovanie a plánovanie. Efektívna práca a interoperabilita dát tohto dokumentu tak môžu priniesť rýchle a “priestorovo presné” rozhodnutia. Uvádzame príklad z Francúzska - GéoBretagne je regionálna infraštruktúra priestorových informácií (SDI) pre región Bretónsko. Vznikla za účelom zlepšenia vedomostí o francúzskom regióne Bretónsko, pričom samospráva so štátnou správou vytvorili partnerský prístup na výmenu údajov s aktérmi vo verejnom záujme v rámci regionálneho plánovania. Táto platforma bola motivovaná aj snahou Európskej komisie o vytvorenie jednotných štandardov pre výmenu priestorových dát s názvom INSPIRE²⁹. Platforma GéoBretagne ponúka svojim partnerom a verejnosti služby na vyhľadávanie, prezeranie, sťahovanie a transformáciu údajov v súlade s INSPIRE smernicou. Cieľovou skupinou platformy sú najmä občania, verejné zoskupenia a všetky subjekty konajúce vo verejnom záujme. Aktivity smerujú hlavne na účasť verejnosti pri tvorbe rozvojových politík. Výstupom sa tak stávajú “horizontálne” orientované dáta. Obrázok nižšie zobrazuje územný plán v regióne podľa rôznych priestorov – biotopy, voľnočasové priestory, výrobné priestory atď.

²⁸ SINGH G., RAJAGOPAL CH., WIDJARNARSO T. H., EVIA D., RAGHUPATHY S., LOKITA A. D., TOWN S., MALLOZZI E., 2021. Municipal Spatial Data Infrastructure. [online]. Dostupné na: https://collaboration.worldbank.org/content/sites/collaboration-for-development/en/groups/city-planning-labs/documents.entry.html/2021/03/18/manual_cpl_municipalspatialdatainfrastructure-2Rxa.html

²⁹ SMERNICA EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY 2007/2/ES zo 14. marca 2007, ktorou sa zriaďuje Infraštruktúra pre priestorové informácie v Európskom spoločenstve (Inspire).

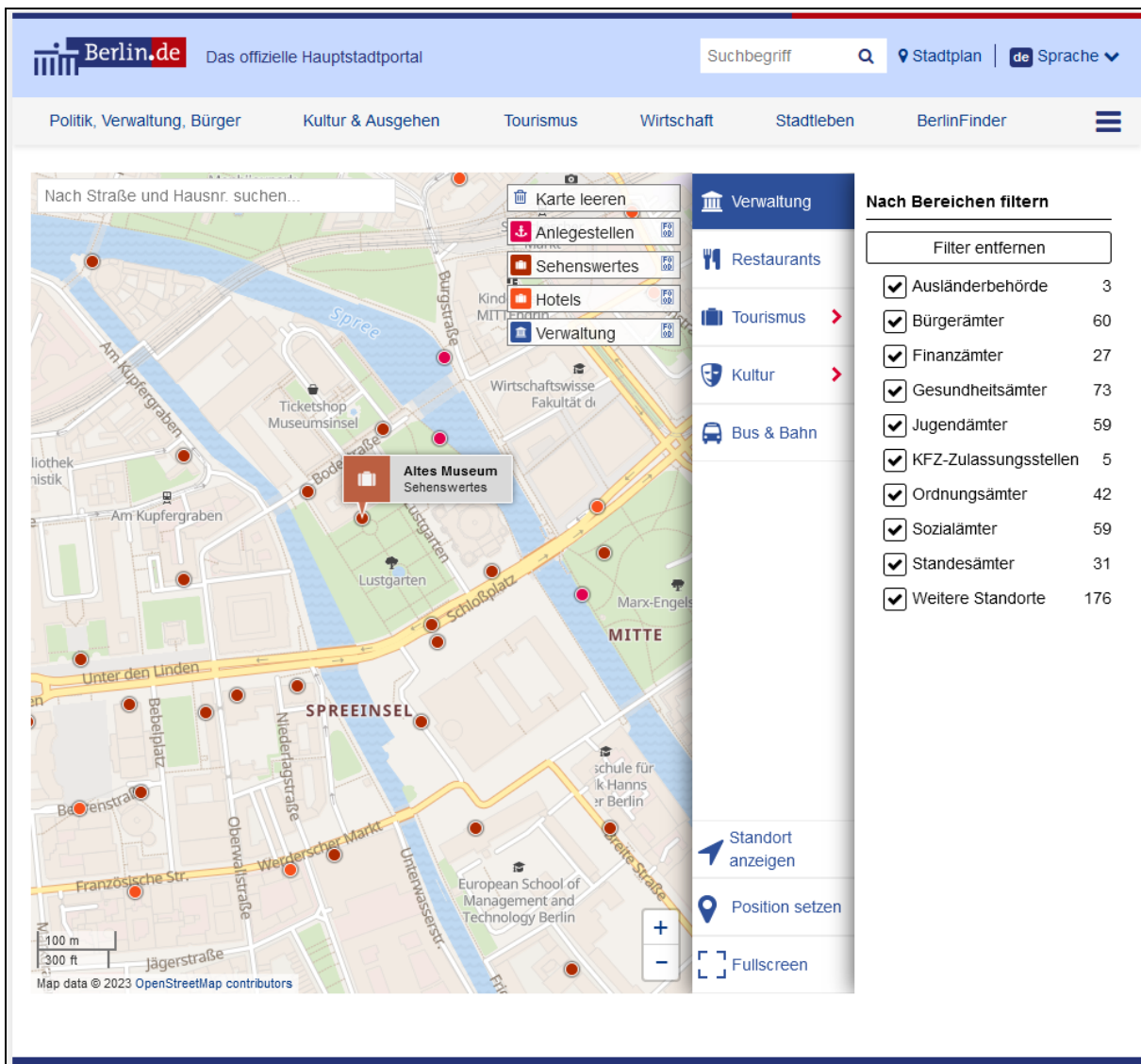


Obr.8: Regionálna infraštruktúra priestorových informácií (SDI) pre región Bretónsko. Zdroj: <https://geobretagne.fr/>

Turizmus

Priestorové dáta ako také hrajú kľúčovú úlohu v cestovnom ruchu a turizme, pretože poskytujú dôležité informácie o lokalizácii atrakcií, ubytovania, reštaurácií či podujatí, ktoré sú potrebné pre návštevníkov pri plánovaní svojich ciest. Takéto dáta umožňujú organizáciám vytvárať interaktívne mapy/geoportály a navigačné nástroje, ktoré zjednodušujú orientáciu v neznámom prostredí a zároveň ponúkajú podrobné informácie o zaujímavých miestach. Okrem toho priestorové dáta umožňujú miestnym orgánom a podnikateľom v turistickom priemysle lepšie plánovať a rozvíjať turistické zariadenia či služby, prípadne identifikovať oblasti s vysokou návštevnosťou, sledovať trendy a správanie turistov, čo pomáha pri celení marketingových kampaní a optimalizácii služieb. Ďalej, tieto údaje môžu byť využité na monitorovanie a riadenie environmentálneho vplyvu turistických aktivít, napr. znižovanie znečistenia, správy odpadu a zachovanie biodiverzity.

Projekt Berlín (Nemecko) - interaktívna mapa, ktorá využíva priestorové údaje na zobrazenie zaujímavých miest, pamiatok a atrakcií v Berlíne. Návštevníci mesta môžu využiť túto platformu na plánovanie svojich výletov a získavanie podrobných informácií o zaujímavých miestach - ako vidíme na obrázku nižšie.



Obr. 9: Platforma Projekt Berlin. Zdroj: <https://en.eurovelo.com/#routes-and-countries>

Projekt EuroVelo (Európa) - EuroVelo je európska sieť cykloturistických trás, ktorá využíva priestorové dáta na plánovanie a rozvoj 17 dlhých cyklotrás cez 42 krajín. Pomáha propagovať udržateľnú dopravu a cestovný ruch na európskej úrovni. Na obrázku nižšie vidíme zobrazenie týchto cyklotrás.

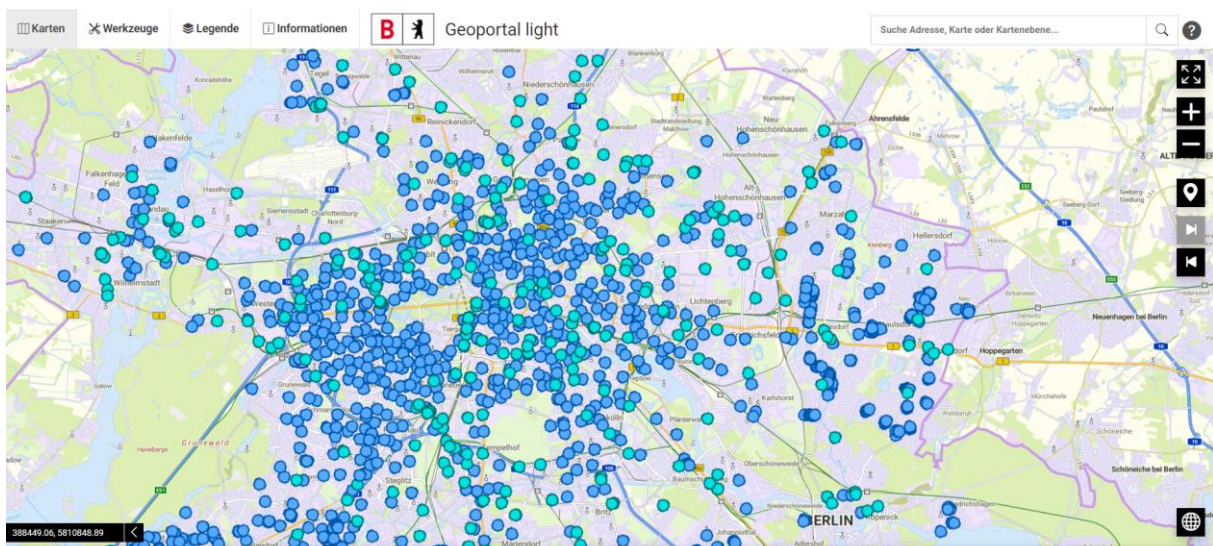


Obr. 10: Cyklotrasy projektu Eurovelo (Európa). Zdroj: <https://en.eurovelo.com/#routes-and-countries>

Doprava

Využitie priestorových dát v doprave a mobilite má potenciál výrazne zlepšiť kvalitu života v mestách. Môžeme ich využívať na zlepšenie toku dopravy a minimalizáciu dopravných zápch. Využitie týchto dát môže tiež pomôcť s lepším plánovaním a koordináciou verejnej dopravy, čo môže viesť k zlepšeniu dostupnosti pre obyvateľov a rovnako s minimalizáciou environmentálneho zaťaženia a zlepšením bezpečnosti cestnej premávky či budovaním cyklotrás k zníženiu ich uhlíkovej stopy.

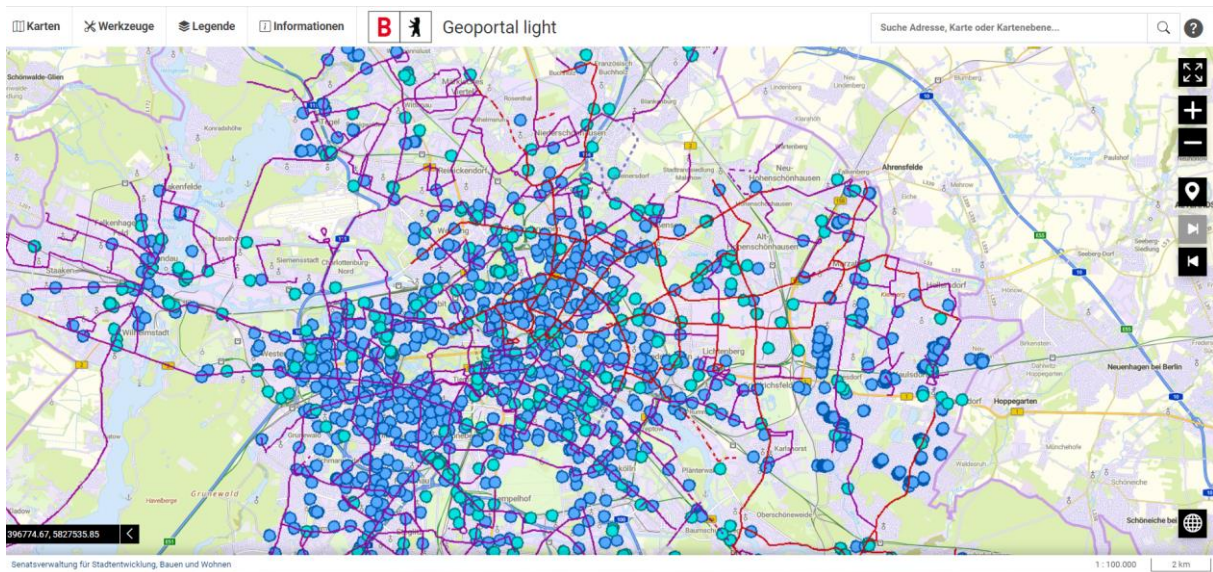
Geoportál mesta Berlín (Nemecko)³⁰ – pozostáva z rozsiahleho katalógu priestorových údajov vytvárajúcich mapy, ktoré sa dajú prezerat a navzájom prekrývať pre vytvorenie zaujímavých zistení. Na príklade nižšie vidíme sieť nabíjajúcich staníc pre elektromobily (modrá – verejné priestranstvo, zelená – súkromný pozemok). Mesto sa tak vďaka týmto dátam vie rozhodovať o umiestnení ďalších staníc.



Obr. 11: Geoportál mesta Berlín. Zdroj: <https://www.berlin.de/sen/sbw/stadtdaten/geoportal/>

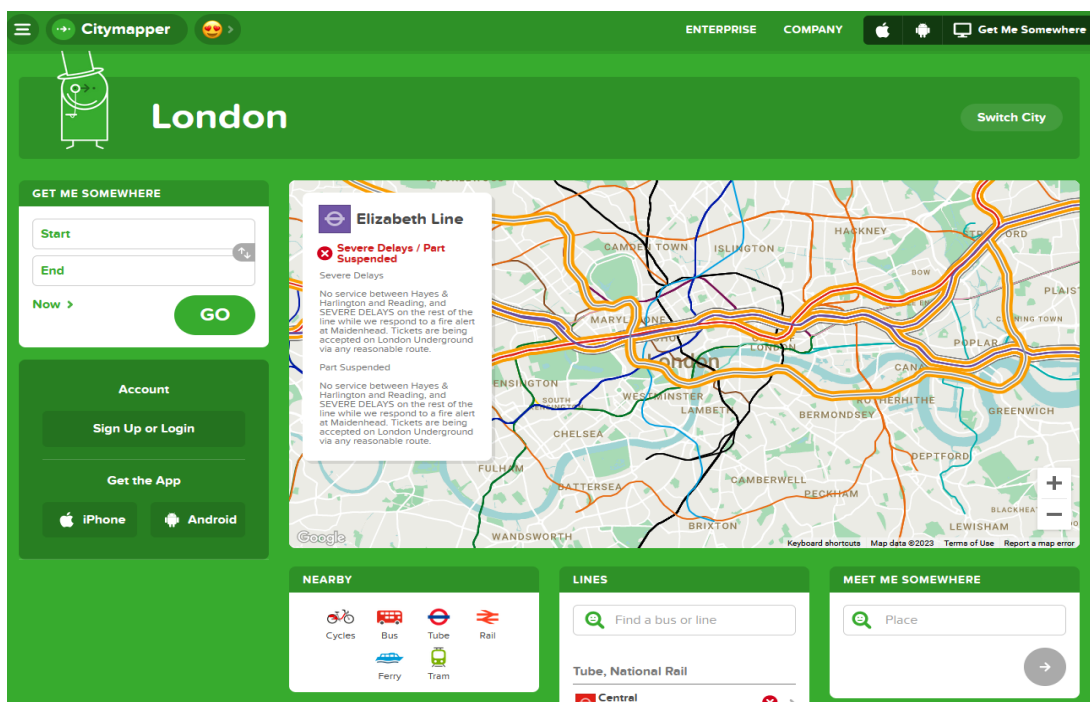
³⁰ BERLIN.DE. Geoportal Berlin. [online]. Dostupné na: <https://www.berlin.de/sen/sbw/stadtdaten/geoportal/>

Pridaním ďalšieho mapového podkladu zobrazujúceho trasy s mimoriadne hustou ponukou verejnej dopravy a vysokým dopytom cestujúcich môžu riadiace orgány samosprávy zistiť dôležité, uprednostňované miesta na inštaláciu týchto nabíjačiek. Príklad prekrytia týchto mapových podkladov vidíme na obrázku nižšie.



Obr. 12: Geoportál mesta Berlín. Zdroj: <https://www.berlin.de/sen/sbw/stadtdaten/geoportal/>

Citymapper (Londýn, Spojené kráľovstvo) - Citymapper je populárna dopravná aplikácia využívajúca priestorové údaje na poskytovanie informácií o verejnej doprave v reálnom čase vrátane autobusov, vlakov, električiek a informácií o metre. Pomáha ľuďom sa efektívnejšie pohybovať po mestách. Vďaka aplikácii v mobilom telefóne je táto služba využiteľná pre širokú verejnosť na cestách. Integruje údaje o rôznych druhoch hromadnej dopravy a funguje dokonca aj v Bratislave. Obrázok nižšie zobrazuje užívateľské prostredie tejto aplikácie.

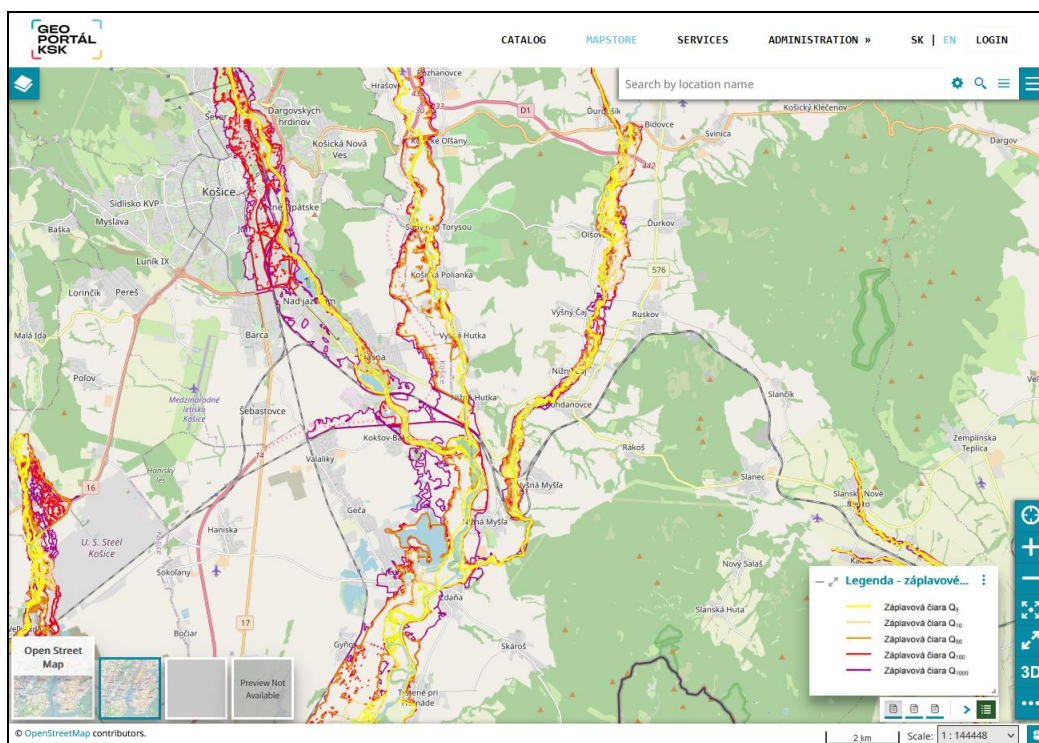


Obr. 13: Dopravná aplikácia Citymapper. Zdroj: <https://citymapper.com/london>

Životné prostredie

GIS a priestorové údaje predstavujú významné nástroje, ktoré pomáhajú samosprávam a environmentálnym organizáciám monitorovať a analyzovať environmentálne vplyvy, identifikovať oblasti záujmu, navrhovať účinné stratégie zamerané na zachovanie biodiverzity, redukciu znečistenia, adaptáciu na zmenu klímy a zmierniť riziká pre obyvateľstvo.

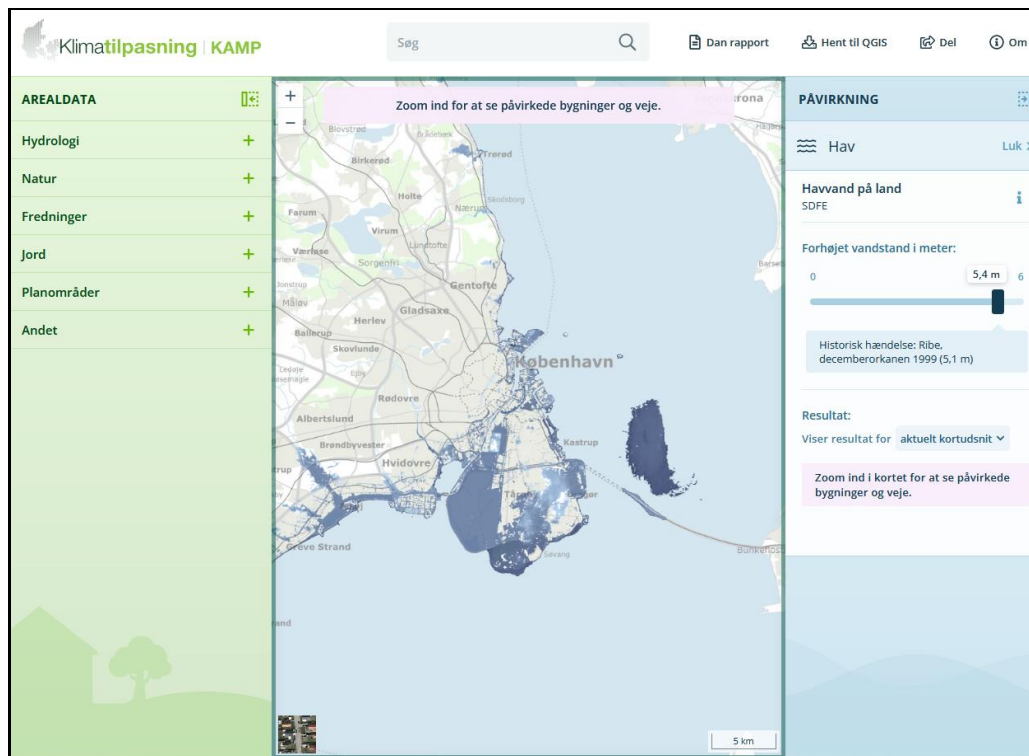
Geoportál Košického samosprávneho kraja spracoval dáta a atribúty máp povodňového ohrozenia územia, ktoré boli vypracované v súlade s legislatívou SR a medzinárodnými smernicami. Ich sprostredkovateľom je Slovenský vodohospodársky podnik, š. p.. Obrázok nižšie zobrazuje rozsah záplav (tzv. záplavové čiary), ktoré by spôsobili povodne s priemernou dobou opakovania od raz za 5, 10, 50, 100 a 1000 rokov. Dostupnosť týchto priestorových údajov môže byť efektívne využitá pri upozorňovaní občanov na nebezpečné situácie a včasnú evakuáciu z oblastí v prípade extrémneho počasia. Záplavové čiary a ich zobrazenie sledujeme na obrázku nižšie.



Obr. 14: Geoportál Košického samosprávneho kraja. Zdroj:

<https://www.geoportalsk.sk/mapstore/#/viewer/openlayers/4502>

Kodanský plán prispôsobenia sa klimatickým zmenám (Dánsko) - Kodaň využíva priestorové údaje na prispôbenie sa klimatickým zmenám a vytvorenie odolného mesta. Identifikácia záplavových rizikových oblastí, zelenej infraštruktúry a opatrenia na zmiernenie účinkov mestských tepelných ostrovov – to všetko umožňuje KAMP. Ide o nástroj, ktorý porovnáva priestorové údaje a vytvára predikcie možnej škody v súvislosti so záplavami. Obrázok nižšie zobrazuje územie podľa úrovne rizika záplav.



Obr. 15: Kodanský plán prispôsobenia sa klimatickým zmenám. Zdroj: <https://en.klimatilpasning.dk/tools/kamp/>

8 Integrácia dát z rôznych zdrojov v platformách

Inteligentné mestá a regióny využívajú na plánovanie, riadenie a rozvoj svojho územia integrované dáta z rôznych zdrojov. V predchádzajúcich kapitolách boli definované príklady takýchto dát (IoT a priestorové dáta) a taktiež rôzne príklady ich využitia na Slovensku a vo svete. Integrácia (spojenie) a interpretácia týchto druhov dát prebieha zväčša v tzv. mestských či regionálnych platformách. Ide o komplexné softvérové rámce a systémy, ktoré uľahčujú monitorovanie a kontrolu IoT zariadení, ale aj spracovanie a využitie rôznych dát. Tieto platformy zvyčajne ponúkajú veľký rad aplikácií/funkcií na vizualizáciu zozbieraných dát a ich analýzu. Výstupom práce s dátami v platformách sú napr. upozornenia na rôzne podnety, ktoré sa môžu automaticky zasielať zodpovedným osobám, resp. všetkým občanom (živelné pohromy zachytené senzormi dajú okamžitý podnet občanom na ukrytie sa) alebo trendy vývoja zaujímavých premenných (počet pohybujúcich sa ľudí okolo záujmového miesta (napr. mestská fontána pred a po jej rekonštrukcii). Vo všeobecnosti takéto integračné platformy plnia niekoľko funkcií:

1. Získavanie a integrácia údajov z informačných systémov a zariadení IoT

Platformy si prostredníctvom príkazov dopytujú a zároveň integrujú dáta z rôznych zdrojov, ako sú IoT senzory nasadené samosprávou (semafore, verejné osvetlenie, teplomery atď.), informačné systémy verejnej správy a v prípade dostupnosti aj súkromné databázy či zariadenia občanov (napr. mobilné telefóny). Procesy získavania a integrácie údajov sa musia vykonávať prostredníctvom štandardných a otvorených protokolov/štandardov s cieľom zabezpečenia plynulej prevádzky celého systému.

2. Analýza získaných údajov

Získané dáta sa centralizujú v dátovom úložisku (prípadne v decentralizovaných databázach) a ďalej spracovávajú prostredníctvom nástrojov na ich agregáciu, tvorbu premenných, vývojových trendov, indexov a rôznych pomerov (napr. počet prejazdov dopravných prostriedkov k úrovni nameraného znečistenia ovzdušia). Dátové výstupy musia mať ďalej schopnosť efektívneho zdieľania medzi rôznymi zainteresovanými stranami v území. Zároveň, moderné integračné platformy obsahujú aj výkonné modelovacie nástroje (spomínaný GIS), ale aj informačné modelovanie budov (BIM).

3. Inteligentné služby na základe dát

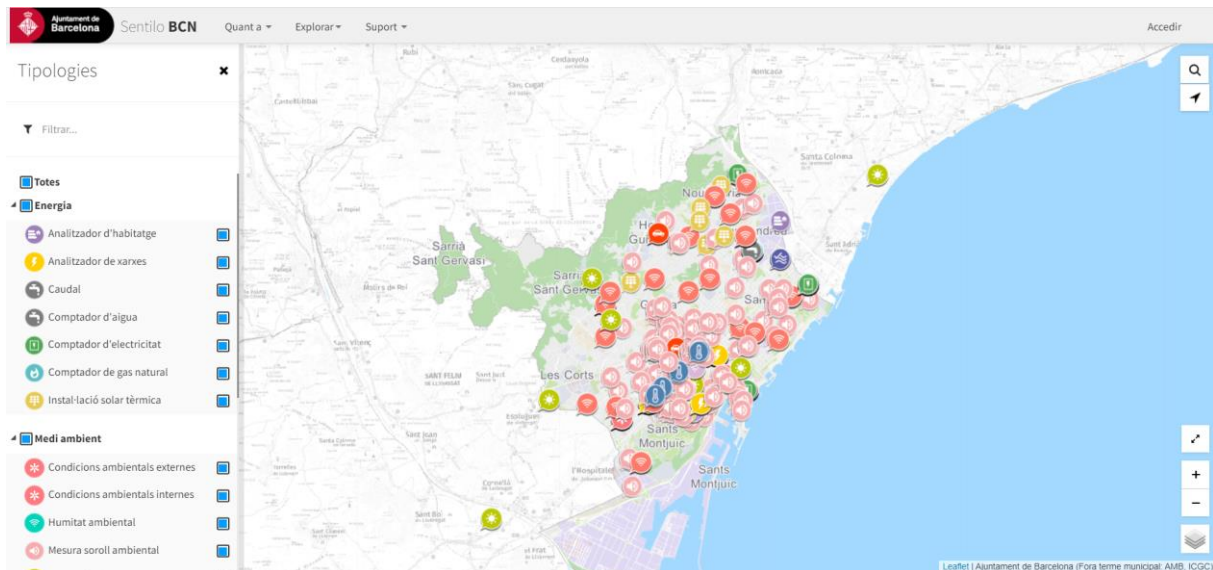
Výsledné zanalyzované dáta môžu byť ďalej využívané obchodnými aplikáciami a službami, ktoré na ich základe tvoria analýzy, predikcie či iné poznatky o území s možnosťou aplikácie pre inteligentný rozvoj (napr. simulácia vývoja územia na základe zadaných predpokladov). Platformy by taktiež mali umožňovať riadenie zariadení IoT a ich konfiguráciu (dôležité najmä z pohľadu automatizovaného riadenia – napr. pri vykurovaní verejných priestorov). Súčasťou týchto služieb by mali byť aj nástroje na interakciu s občanmi, odborníkmi a inými návštevníkmi mestskej platformy za účelom zbierania spätnej väzby a požiadaviek od zainteresovaných strán.

4. Podporné funkcie inteligentnej platformy

Podporné funkcie platforiem sú z pohľadu bezpečnosti a efektívnosti prevádzky dátovej infraštruktúry v prostredí inteligentných miest a regiónov principiálne. Samosprávy musia mať prehľad o prevádzke platformy, aj celej infraštruktúry IoT z pohľadu energetickej náročnosti, množstva a druhu zozbieraných dát a v neposlednom rade aj potrebných finančných prostriedkov. Platforma musí byť taktiež auditovateľná, čo znamená, že musí registrovať, aké osoby získali prístup k akým dátam. K tomu je potrebné, aby sa užívatelia pri jej využívaní autentifikovali.

Príklady integračných platforiem

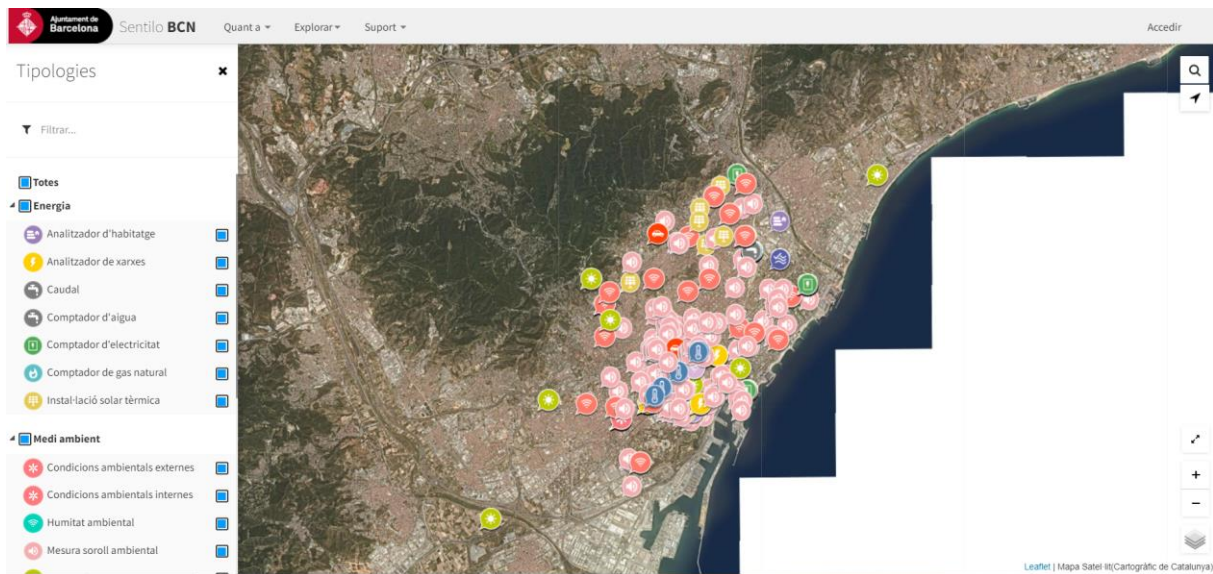
S cieľom dosiahnutia pozície jedného zo svetových lídrov v oblasti inteligentného rozvoja odštartovala mestská rada Barcelony v roku 2012 projekt, súčasťou ktorého bolo vytvorenie inteligentnej mestskej platformy. Integračná platforma Sentilo³¹ zhromažďuje údaje z tisícok senzorov (od rôznych dodávateľov) a iných informačných systémov verejnej správy po celom meste so zameraním na rôzne oblasti mestského života (životné prostredie, energetika, parkovanie atď.). Je založená na otvorenom kóde, štandardoch na syntaktickej a sémantickej úrovni a slúži ako jednotné úložisko informácií z mestského prostredia. Je uložená na cloude a záujemcom ponúkaná ako služba (SaaS). Nasledujúci obrázok zobrazuje užívateľské prostredie platformy Sentilo.



Obr. 16: Užívateľské prostredie platformy Sentilo. Zdroj: <https://connecta.bcn.cat/connecta-catalog-web/component/map>

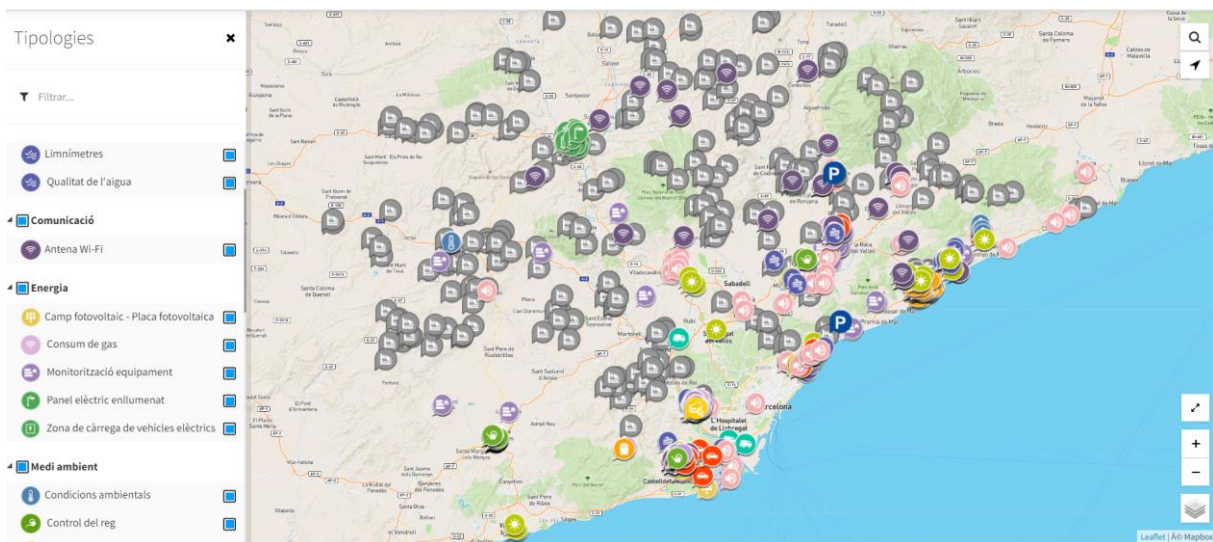
Na ľavej strane si užívatelia môžu filtrovať zobrazenie rôznych druhov senzorov, zatiaľ čo na mape v strede vidia ich umiestnenie v priestore (priestorové dáta). Platforma taktiež podporuje rôzne druhy zobrazení územia, napr. satelitné zobrazenie, ktoré vidíme na nasledujúcom obrázku.

³¹ SENTILO. Ajuntament de Barcelona. [online]. Dostupné na: <https://connecta.bcn.cat/connecta-catalog-web/component/map>



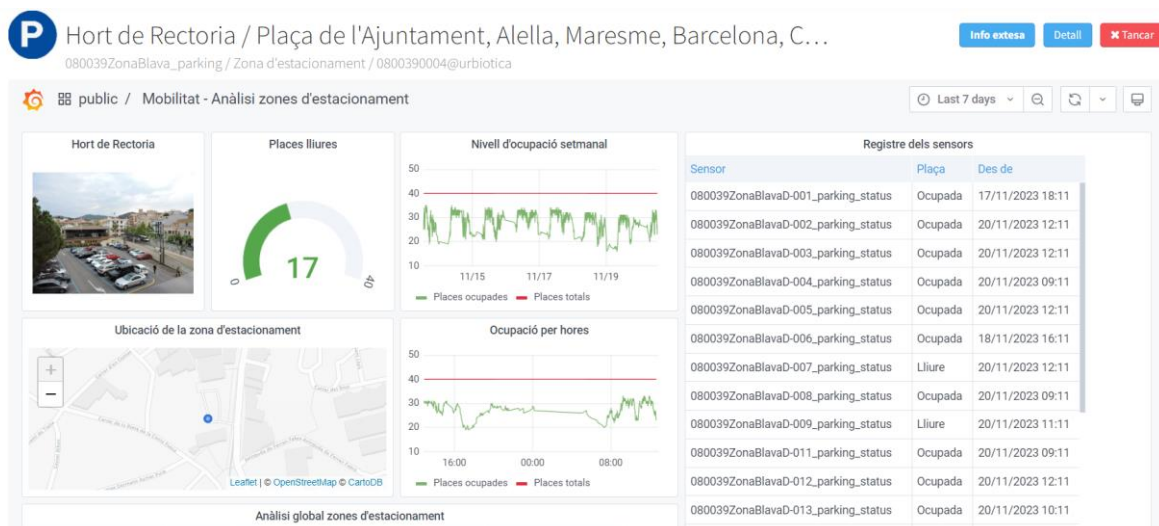
Obr. 17: Satelitné zobrazenie na platforme Sentilo. Zdroj: <https://connecta.bcn.cat/connecta-catalog-web/component/map>

Platforma bola postupom času zavedená nielen mestom, ale aj regiónom Barcelona v rámci stratégie inteligentného rozvoja regiónu. Je ponúkaná ako služba miestnym zastupiteľstvám obcí s viac ako 2500 obyvateľmi a integruje ešte väčší a rôznorodejší počet senzorov. Jej zobrazenie vidíme na nasledujúcom obrázku.



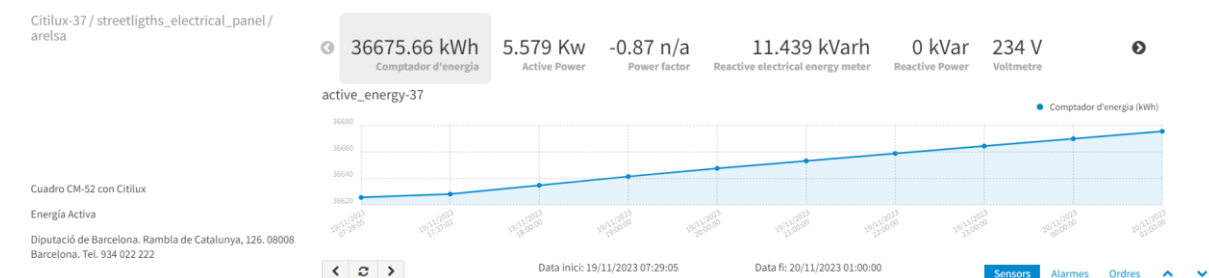
Obr. 18: Platforma Smart Region Barcelona. Zdroj: <https://sentilo.diba.cat/sentilo-catalog-web/component/map/route>

Užívateľia si po kliknutí na vybraný senzor môžu prezrieť zozbierané údaje v jednoduchom zobrazení. Napr. dostupné údaje o mestských/regiónálnych parkoviskách pozostávajú z obrázku parkovacej plochy a jej umiestnenia, voľných/obsadených parkovacích miestach v reálnom čase, aj ich historický vývoj v rámci dňa či niekoľkých predchádzajúcich dní.



Obr. 19: Údaje z konkrétneho senzoru, Platforma Smart Region Barcelona. Zdroj: <https://sentilo.diba.cat/sentilo-catalog-web/component/map/route>

Údaje z verejného osvetlenia sú zobrazené v obrázku nižšie. Dostupné informácie obsahujú spotrebu energie v rámci sledovaného obdobia, výkon, účinník, napätie a iné.



Obr. 20: Údaje z verejného osvetlenia, Platforma Smart Region Barcelona. Zdroj: <https://sentilo.diba.cat/sentilo-catalog-web/component/map/route>

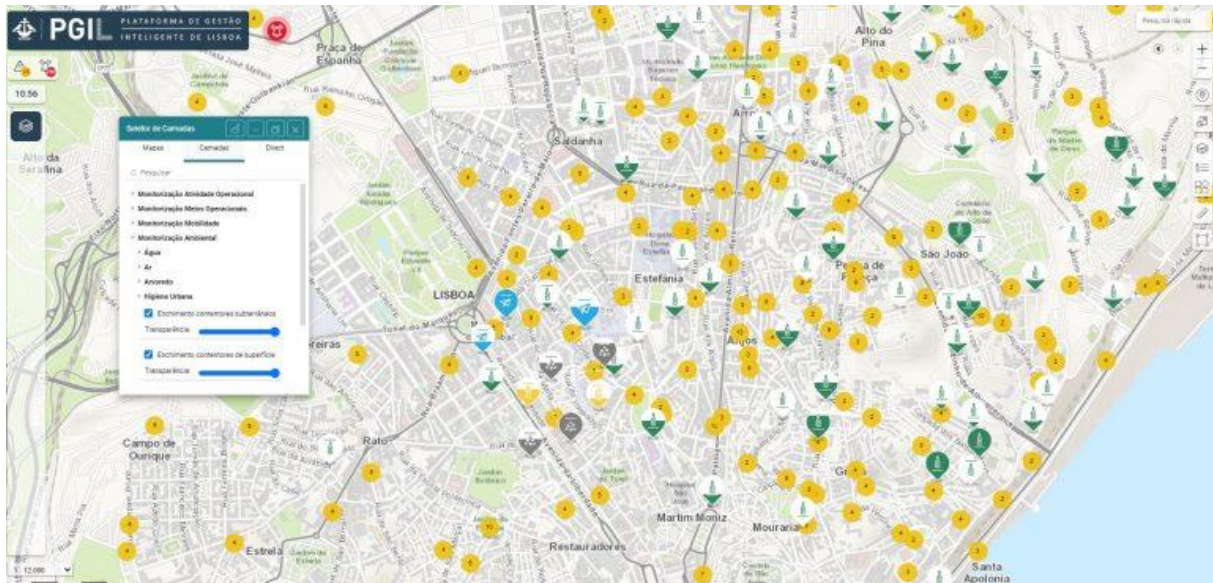
Je nutné poznamenať, že k plnému prístupu k dátam je nutná registrácia, ktorú schvaľuje mesto či región, keďže všetky dostupné dáta nie sú zdieľané formou otvorených dát. Napriek tomu sa platforma teší výraznej podpore zo strany občanov a najmä aktívnej komunity vývojárov pracujúcich s dátami. Región zároveň organizuje pravidelné školenia, na ktorých predstavuje platformu a jej využitie rôznym pracovníkom verejnej správy.

V roku 2017 implementovala mestská rada v Lisabone inteligentnú platformu³² založenú na riešení spoločnosti NEC³³, ktorá integruje množstvo údajov vrátane dát zozbieraných prostredníctvom IoT a využíva umelú inteligenciu na ich analýzu a vyhodnocovanie. Vďaka inovatívnej systémovej architektúre platformy (FIWARE) je možné spájať dáta z rôznych sektorových aplikácií (napr. mobilita a životné prostredie) dokopy, čo umožňuje samospráve inteligentné riadenie s ohľadom na všetky

³² LISBOA CAMARA MUNICIPAL. [online]. Dostupné na: <https://lisboa.city-platform.com/portal/>

³³ NEC. NEC's Intelligent Management Platform makes Lisbon smarter. [online]. Dostupné na: https://www.nec.com/en/case/lisbon_council/index.html

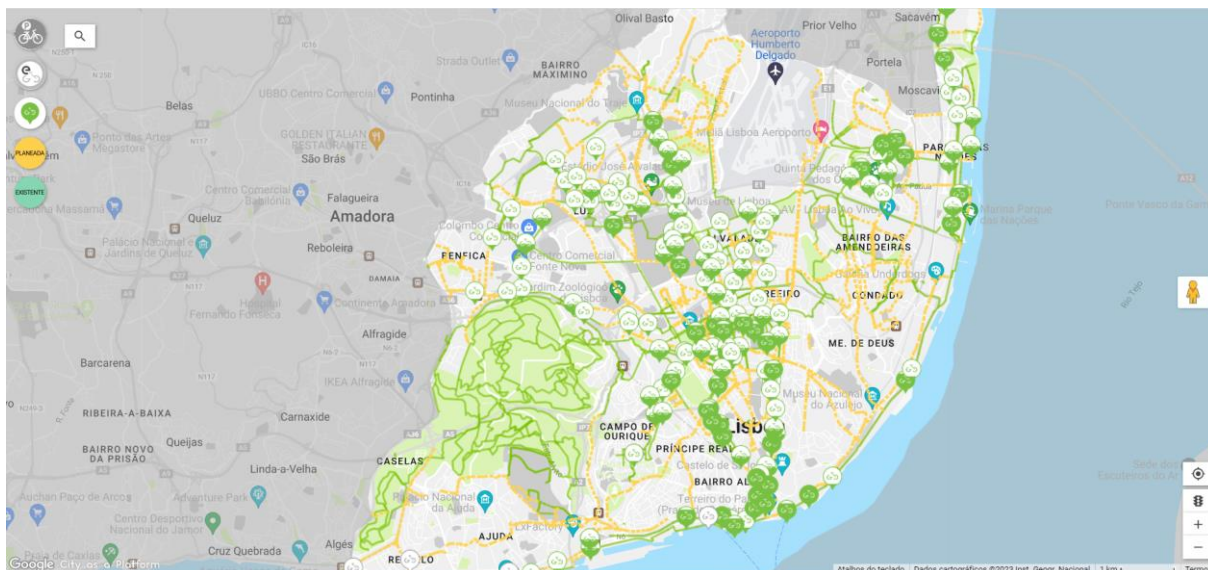
zainteresované strany a všetkých obyvateľov. Jednou z prvých priorít platformy bolo lepšie a rýchlejšie zvládanie kritických udalostí v meste s cieľom zabezpečiť lepšie a koordinovanejšie riešenie udalostí a incidentov vyžadujúcich zásah polície, hasičov či civilnej ochrany.³⁴ To bolo dosiahnuté vďaka inštalácii senzorov na vozidlá uvedených zložiek a ich sledovanie (a nasadzovanie) na základe ich polohy v platforme v čase incidentov. Mestu sa od implementácie platformy podarilo úspešne zefektívniť riadenie odpadového hospodárstva na základe dát zo senzorov umiestnených v odpadových kochoch, zmierniť problémy s tvorbou dopravných zápch a zlepšiť kvalitu ovzdušia v mestských priestoroch (senzory upozorňujú na jeho znečisťovanie, čo vytvorí upozornenie v platforme, na ktoré samospráva reaguje). Obrázok nižšie zobrazuje informácie v platforme o odpadkových kochoch a úrovni ich naplnenia.



Obr. 21: Platforma zobrazujúca informácie o naplnení odpadkových košov. Zdroj: <https://smart-cities.pt/smn/nec-plataforma-lisboa-2601/>

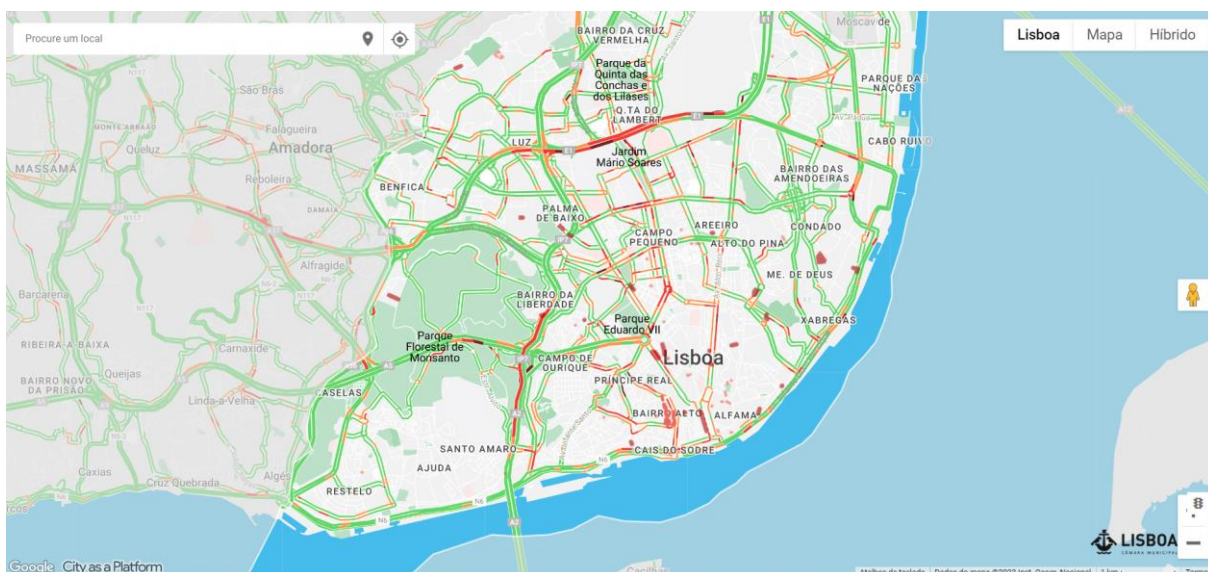
V platforme je možné vďaka IoT senzorom sledovanie polohy mestských bicyklov (požičaných aj zaparkovaných) a taktiež ich pohyb a trasovanie. Mesto tak môže analyzovať spotrebiteľské správanie jednotlivých užívateľov na základe frekvencie využívania bicyklov a ich trás. To umožňuje obyvateľov pozitívne motivovať (na základe úpravy cien vypožičiavania) k využívaniu tejto uhlíkovo neutrálnej formy cestovania. Obrázok nižšie znázorňuje aktívne vypožičané bicykle v meste.

³⁴ SMART CITIES. Aggregate data and information to serve the of city Lisbon. 2022. [online]. Dostupné na: <https://smart-cities.pt/smn/nec-plataforma-lisboa-2601/>



Obr. 22: Aktívne vypožičané bicykle v meste. Zdroj: <https://smart-cities.pt/smn/nec-plataforma-lisboa-2601/>

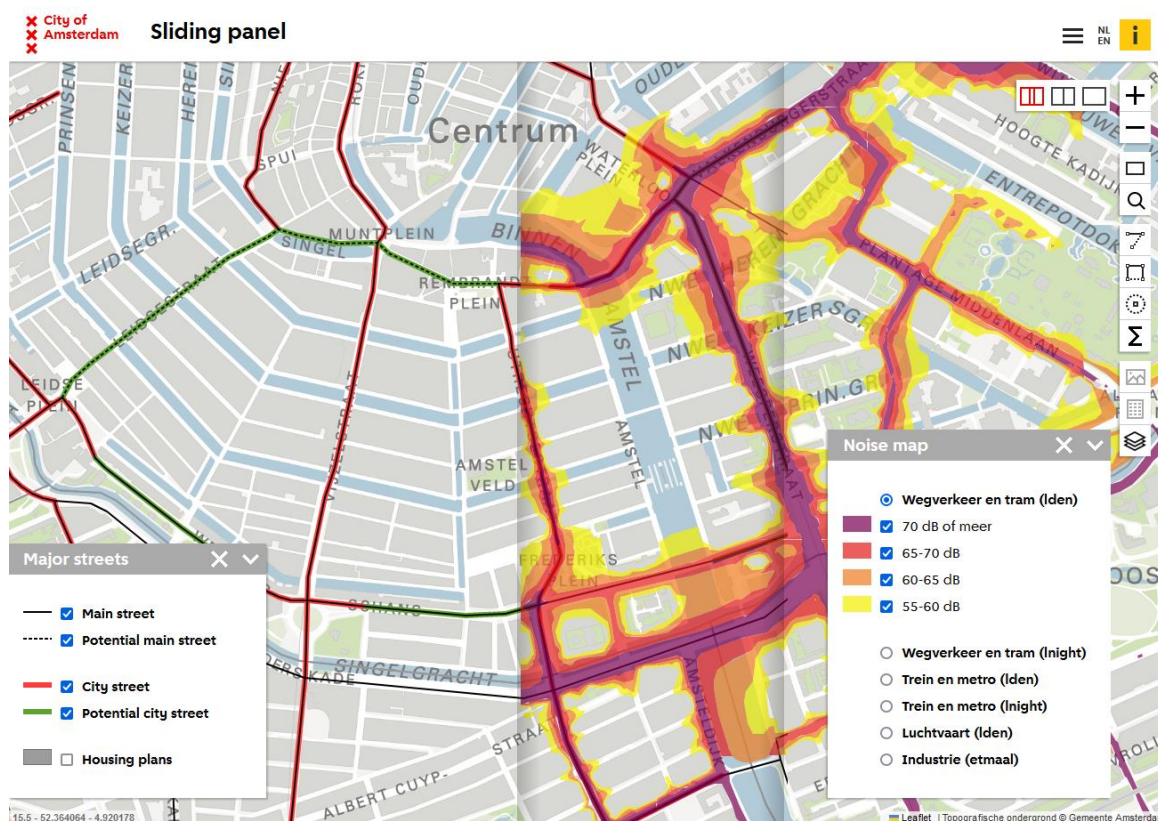
Mestské IoT senzory zbierajú dáta o pohybe vozidiel na cestách a v kombinácii s priestorovými dátami vytvárajú tepelné mapy plynulosti dopravnej prevádzky. Príklad vidíme na obrázku nižšie. Červené dopravné prúdy signalizujú dopravné zápchy a zdržanie. Naopak zelené časti značia plynulú prevádzku. Mesto vie tieto dáta kombinovať s dátami o polohe policajných vozidiel, sanitiek či hasičských áut a v prípade núdzovej situácie ich rýchlejšie navigovať na pomoc občanom.



Obr. 23: Dopravná situácia v Lisabone. Zdroj: <https://smart-cities.pt/smn/nec-plataforma-lisboa-2601/>

Mesto Lisabon taktiež nezdieľa všetky zozbierané údaje a na plný prístup do platformy je nutná autorizovaná registrácia. Občanom je zatiaľ sprístupnená iba limitovaná verzia, ktorá neumožňuje plné využitie dát.

Inteligentná platforma mesta Amsterdam³⁵ predstavuje východiskový bod práce samosprávy s dátami. Platforma integruje priestorové údaje spolu s IoT dátami a dátami z rôznych katalógov (jednoducho všetky zabezpečené, vyhľadávateľné, štandardizované dáta) s cieľom podporovať inteligentné rozhodovanie o území. Na rozdiel od predchádzajúcich platforiem je v prípade Amsterdamu zverejňovaný oveľa väčší pomer zozbieraných dát, čo prispieva k transparentnosti mesta. Mestská platforma je zároveň interoperabilná s holandským národným registrom údajov³⁶, čo znamená, že tieto mestské dáta je jednoduché spočítať do národných štatistík. Platforma umožňuje nahrávanie údajov prakticky komukoľvek (musia však byť schválené pracovníkmi magistrátu) na základe vopred daných podmienok (datasety musia obsahovať dáta o meste a dani v ňom, byť v štandardizovanej forme, uverejnený zdroj atď.). Príklady využitia týchto integrovaných dát vidíme na obrázkoch nižšie.

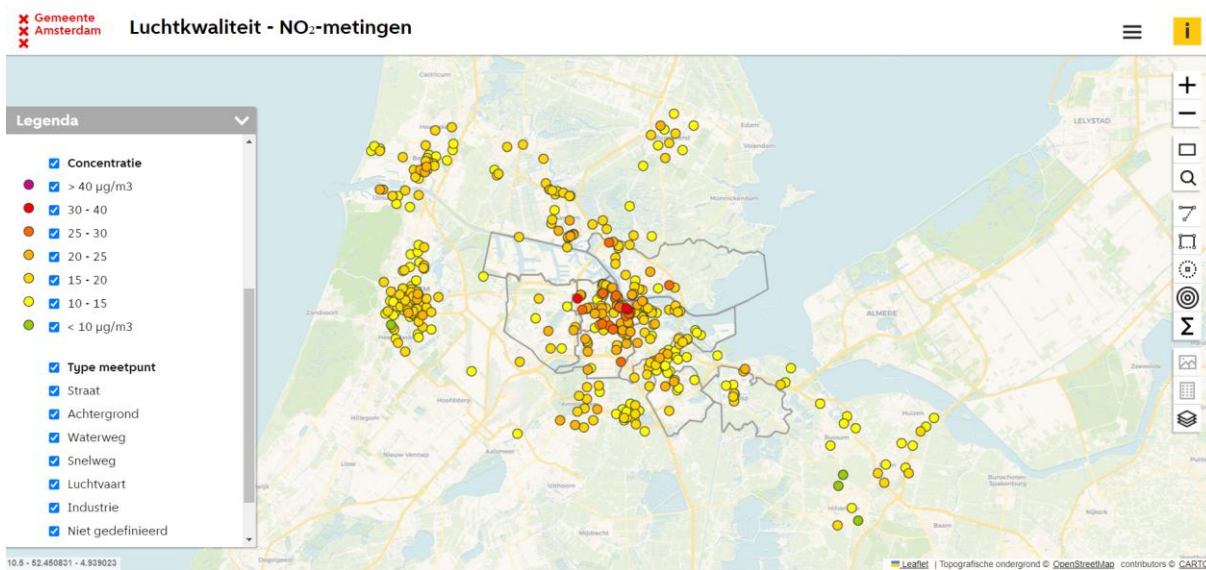


Obr. 24: Hlukové mapy, Platforma Amsterdam. Zdroj: <https://maps.amsterdam.nl/geluid/>

Integrované priestorové dáta a dáta z IoT senzorov (detektory hluku) môžu vytvoriť tzv. hlukové mapy, ktoré popisujú úroveň hlukového znečistenia v jednotlivých uliciach. Samospráva sa môže na základe týchto dát rozhodovať o opatreniach na jeho zníženie a vytvorenie lepšieho bývania pre obyvateľov. Zároveň, takéto mapy môžu byť využité pri organizácii verejných podujatí (napr. pri ich zamedzení v tichých častiach mesta). Na ďalšom obrázku vidíme zobrazenie kvality vzduchu zo senzorov rozmiestnených po meste (namerané hodnoty NO₂ sú v rozpätí menej ako 10 mikrogramov až viac ako 40 mikrogramov na meter kubický). Samospráva prostredníctvom týchto dát môže dostávať automatické upozornenia na nelegálne spaľovanie a efektívne proti nemu intervenovať.

³⁵ GEMEENTE AMSTERDAM. [online]. Dostupné na: <https://data.amsterdam.nl/>

³⁶ OPEN DATA VAN DE OVERHEID. Dataregister van de Nederlandse Overheide. [online]. Dostupné na: <https://data.overheid.nl/>



Obr. 25: Kvalita vzduchu v meste, Platforma Amsterdam. Zdroj: <https://maps.amsterdam.nl/no2/>

9 Dosiahnutie hodnoty za peniaze cez štandardizáciu riešení

Výhody plynúce zo zberu dát prostredníctvom technológie IoT sa šíria čoraz väčšou rýchlosťou, čo potvrdzuje nielen veľké množstvo aplikácií po celom svete, ale taktiež zvyšujúci sa počet dodávateľov, ktorí samosprávam ponúkajú služby začínajúce od inštalácie senzorov, ich naprogramovanie a vzájomné prepojenie, až po poskytnutie platformy, ktorá zozbierané dáta vyhodnocuje a zobrazuje. Mnoho slovenských samospráv tak v záujme efektívnejšieho riadenia už investovalo nemalé finančné prostriedky na nákup a prevádzku. Rôzni dodávatelia týchto riešení však ponúkajú zariadenia, ktoré využívajú rôzne protokoly, dáta odosielajú v rôznych formátoch a štandardoch, čo spôsobuje, že spolu tieto zariadenia nevedia navzájom komunikovať a predávať si získané údaje (senzory od dvoch rozdielnych dodávateľov spolu nevedia komunikovať). Ak chcú samosprávy teda napr. rozšíriť počet senzorov, prípadne rozšíriť funkčnosť platformy, ktorá s dátami pracuje, sú nútené osloviť rovnakého (pôvodného) dodávateľa³⁷. Dodávateľ si je tohto faktu vedomý a môže umelo navyšovať ceny produktov a služieb. Systémom a zariadeniam, ktoré spolu dokážu komunikovať, spolupracovať a zmysluplne si vymieňať dáta, hovoríme *interoperabilné*. Problematika vzájomnej komunikácie rôznych systémov je však hlbšia, než len v podmienkach IoT.

INTEROPERABILITA³⁸

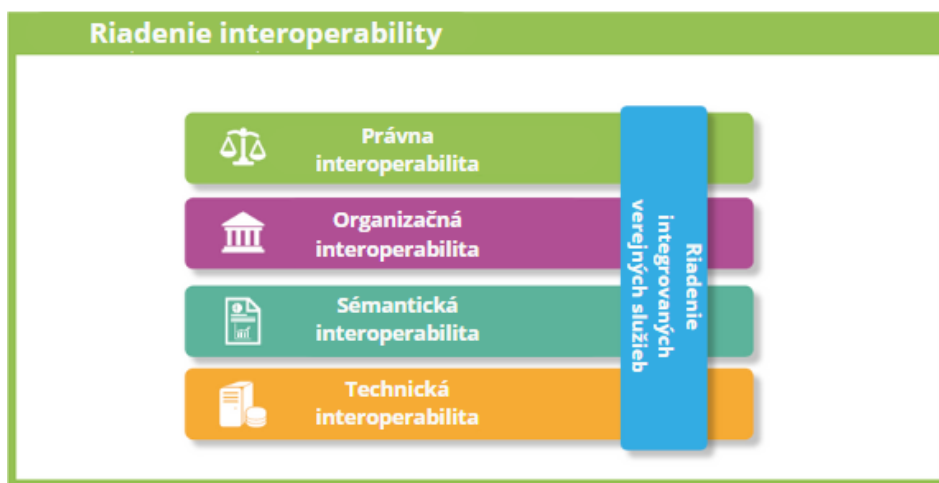
Interoperabilita je kľúčovým faktorom umožňujúcim digitálnu transformáciu. Správnym subjektom umožňuje elektronickú výmenu zmysluplných informácií navzájom, ako aj s občanmi a podnikmi a to spôsobmi, ktorým rozumejú všetky strany. Interoperabilita sa týka všetkých úrovní s vplyvom na poskytovanie digitálnych verejných služieb v EÚ vrátane:

- právnych otázok - zabezpečuje, aby sa právnymi predpismi neukladali neodôvodnené prekážky v opakovanom použití údajov v rôznych oblastiach politiky (právna interoperabilita);
- organizačných aspektov - požaduje formálne dohody o podmienkach, ktoré sa vzťahujú na interakcie medzi jednotlivými organizáciami (organizačná interoperabilita);
- obáv týkajúcich sa údajov/sémantiky - zabezpečuje používanie spoločných opisov vymieňaných údajov (sémantická interoperabilita);
- technických problémov - zriaďuje prostredia nevyhnutných informačných systémov, ktoré umožňujú nerušený tok bitov a bajtov (technická interoperabilita).

Európska komisia stanovila potrebu interoperability medzi orgánmi verejnej správy už v roku 1999 a odvtedy podporuje programy na rozvoj, presadzovanie a používanie riešení interoperability v EÚ. V roku 2010 Komisia prijala oznámenie s názvom Smerom k interoperabilite európskych verejných služieb, ktoré v prílohe obsahovalo Európsku stratégiu interoperability (EIS) a Európsky rámec interoperability (EIF). Odvtedy EIF slúžil v celej EÚ aj mimo nej ako referencia a bol základom pre väčšinu vnútroštátnych rámcov interoperability (NIF) a stratégií interoperability.

³⁷ V ang. literatúre „vendor lock-in“

³⁸ OZNÁMENIE KOMISIE EURÓPSKEMU PARLAMENTU, RADE, EURÓPSKEMU HOSPODÁRSKEMU A SOCIÁLNEMU VÝBORU A VÝBORU REGIÓNOV z dňa 23.3.2017 - Európsky rámec interoperability – stratégia vykonávania



Obr. 26: Riadenie interoperability. Zdroj: Európsky rámec interoperability – stratégia vykonávania

Riadenie interoperability s cieľom poskytovania kvalitných verejných digitálnych služieb prebieha na štyroch rôznych úrovniach, ktoré môžeme vidieť v modeli interoperability vyššie. Právna interoperabilita sa týka zabezpečenia toho, aby organizácie pôsobiace v rámci rôznych právnych predpisov, politik a stratégií, boli schopné spolupracovať. Rieši taktiež otázky zdieľania dát a prístupu k nim. Organizačná interoperabilita spočíva vo vzájomnom zosúladení pracovných postupov a procesov dvoch či viacerých organizácií (samospráv) tak, aby boli ich služby dostupné, ľahko identifikovateľné, prístupné a zamerané na používateľa. Existujúce informačné systémy vo verejnej správe boli vyvinuté s cieľom riešiť problémy v určenej konkrétnej oblasti na konkrétnom mieste. Výsledkom je veľká množina zastaraných IT systémov a zariadení (hardvér a softvér), ktorých vzájomné prepojenie je prinajmenšom náročné. To predstavuje problém v interoperabilite na technickej úrovni. Technická interoperabilita sa teda dotýka možnosti prepájania informačných systémov a mala by byť vždy zabezpečovaná prostredníctvom využívania formálnych/otvorených technických štandardov. Sémantická interoperabilita zabezpečuje, aby sa zachoval a chápal presný formát a význam vymieňaných údajov a informácií počas celého priebehu výmen medzi stranami, inými slovami, „aby informácie, ktoré sa poslali, boli pochopené“.

Právna interoperabilita

Vzťahuje sa na schopnosť bezproblémovo komunikovať a zdieľať dáta medzi systémami verejnej správy v rámci **rôznych právnych rámcov a nariadení**. V prostredí inteligentného mesta môžu mať rôzne orgány verejnej správy, ako sú mestské samosprávy, agentúry a oddelenia, svoje vlastné systémy a zdroje údajov. Tieto systémy môžu zhromažďovať, spracovávať a ukladať údaje týkajúce sa rôznych aspektov mestského života, napr. dopravy, energetiky, verejnej bezpečnosti a správy verejného majetku. Právna interoperabilita zabezpečuje, že tieto systémy si môžu **efektívne a v súlade s predpismi vymieňať informácie, zdieľať údaje a spolupracovať pri dodržiavaní právnych požiadaviek, nariadení a zásad**.

Kľúčové zásady právnej interoperability sa týkajú:

- **Ochrany údajov a súkromia** - iniciatívy inteligentných miest zahŕňajú zhromažďovanie a spracovanie obrovského množstva údajov vrátane osobných a citlivých informácií. Právna interoperabilita zaisťuje dodržiavanie zákonov o ochrane údajov a súkromia, ako je získanie súhlasu, implementácia vhodných bezpečnostných opatrení a dodržiavanie nariadení, všeobecné nariadenie o ochrane údajov (GDPR) v Európskej únii a pod. Ochrana údajov

a súkromia zahŕňa aj mechanizmy na zdieľanie údajov a spoluprácu pri rešpektovaní práv na súkromie a pri zabezpečení bezpečnej výmeny údajov.

- **Riadenia údajov** - verejná správa v inteligentných mestách musí dodržiavať platné zákony, predpisy a politiky. Právna interoperabilita zahŕňa zosúladenie operácií, procesov a technológií rôznych správ s právnym rámcom. Zahŕňa aspekty ako transparentnosť, zodpovednosť a auditovateľnosť, aby sa zabezpečil súlad s právnymi požiadavkami, štandardmi a usmerneniami.
- **Práv duševného vlastníctva** - právna interoperabilita rieši vlastníctvo, licencovanie a používanie práv duševného vlastníctva súvisiacich s technológiami, údajmi a aplikáciami inteligentných miest. Zabezpečuje rešpektovanie a ochranu práv rôznych zainteresovaných strán vrátane verejnej správy, súkromných spoločností a jednotlivcov. To zahŕňa vytvorenie jasných rámcov pre udeľovanie licencií, zdieľanie a komercializáciu inovácií inteligentných miest, ako aj riešenie otázok vlastníctva údajov a prístupu k nim.

Organizačná interoperabilita

Organizačná interoperabilita sa týka spôsobu, akým orgány verejnej správy zosúladujú svoje obchodné procesy, zodpovednosti a očakávania, aby dosiahli spoločne dohodnuté a vzájomne prospešné ciele. V praxi organizačná interoperabilita znamená dokumentovanie a integráciu alebo zosúladenie pracovných procesov a príslušných vymieňaných informácií. Organizačná interoperabilita je tiež zameraná na splnenie požiadaviek komunity používateľov tým, že sa digitálne služby sprístupnia, budú ľahko identifikovateľné, dostupné a zamerané na používateľa.

Na vytvorenie úspešného dátového ekosystému musia orgány verejnej správy aktívne podporovať a uprednostňovať organizačnú interoperabilitu. Úsilie medzi zainteresovanými stranami pomáha vytvárať udržateľný a prosperujúci dátový ekosystém, ktorý je prínosom pre všetkých účastníkov a podporuje inovácie a vytváranie hodnôt.

Zainteresované strany môžu vytvoriť rámec, ktorý podporuje efektívnu a bezpečnú výmenu údajov, čo im umožní využívať spoločné údaje na informované rozhodovanie, inovácie a vzájomné výhody. Pri tvorbe takéhoto rámca je potrebné klásť dôraz na:

- **Implementáciu stratégie integrácie údajov** umožňujúcu bezproblémovú výmenu údajov medzi rôznymi systémami a zainteresovanými stranami. To môže zahŕňať prijatie spoločných dátových formátov, štandardizáciu dátových modelov a implementáciu interoperabilných protokolov a API.
- **Predchádzanie závislosti na dodávateľovi.** Pri návrhu je potrebné klásť dôraz na modularitu a škálovateľnosť riešení. Tento prístup umožňuje vymeniť alebo vypnúť jednotlivé komponenty (zariadenia, senzory atď.) alebo predajcov bez narušenia celého systému.
- **Uprednostňovanie otvorených štandardov.** Je potrebné klásť dôraz na výber dodávateľov a technológií, ktoré podporujú otvorené štandardy a zabezpečujú kompatibilitu a interoperabilitu s inými systémami. Otvorené štandardy umožňujú ľahšiu integráciu s alternatívnymi riešeniami v budúcnosti.
- **Klastrovanie účastníkov dátového ekosystému.** Pri tvorbe dátových politík treba mať na zreteli, že neexistuje jednotné riešenie pre všetkých, ktoré dokonale vyhovuje každému účastníkovi inovačného ekosystému. Preto sa odporúča vytvorenie viacerých modelov „data governance“ adresujúcich rôznym druhom aktérov (verejná správa, akadémia, neziskový sektor, komerčná sféra) v rámci jednej dátovej politiky mesta či regiónu.

- **Vytvorenie tzv. smart kontraktov.** Umožňujú vymáhanie zmluvne dohodnutých podmienok automaticky a bez zásahu tretej strany, výsledkom čoho je zníženie nákladov samosprávy na správu a zvýšenie efektivity obchodných procesov.³⁹ Príkladom smart kontraktu je situácia, keď senzor zaregistruje nelegálne zaparkované auto (povedzme po dobu viacerých hodín), a túto informáciu pošle do systému, ktorý následne sám vygeneruje a zašle majiteľovi žiadosť o zaplatenie poplatku (pokuty) za parkovanie. Ďalší príklad môžeme nájsť v odpadovom hospodárstve, kde poplatok za spracovanie odpadu môže byť automaticky generovaný podľa množstva odpadu (hmotnosť), ktorý daný občan vytvorí (identifikácia prebieha na základe vstupných čipov) a ďalej znížený podľa úrovne správnej recyklácie.
- **Decentralizované ukladanie a správu údajov.** Ponúka niekoľko výhod z hľadiska ochrany osobných údajov, bezpečnosti, spoľahlivosti a kontroly. Vzhľadom na distribúciu dát je pre neoprávnené strany mimoriadne zložitá manipulovať s dátami. Decentralizované databázy sú taktiež veľmi odolné voči výpadkom. Sú uložené vo viacerých uzloch, čo robí systém menej zraniteľným voči zlyhaniam jednotlivých bodov. Aj keď niektoré uzly prejdú do režimu offline, údaje zostanú dostupné z iných uzlov v sieti.

Sémantická interoperabilita

Azda najdôležitejším krokom pri riadení interoperability IoT zariadení je zabezpečiť, aby formát údajov vymieňaných medzi odlišnými zariadeniami či aktérmi nasledoval určitý štandard, ktorému rozumejú všetky zúčastnené strany rovnako. Bežným príkladom z každodenného života je poštové smerovacie číslo. Všetci občania EÚ majú spoločný prospech z toho, že PSČ sa naprieč štátmi uvádza ako kombinácia čísel, po ktorej nasleduje názov mesta. Dosiahnuté je teda spoločné chápanie a schopnosť ľudí smerovacie číslo správne interpretovať aj v prípade, že sa vyskytuje naprieč rôznymi krajinami EÚ. V prípade informačných technológií sa takáto schopnosť - presne a efektívne interpretovať vymieňané dáta - nazýva **sémantická interoperabilita**. Táto schopnosť je obzvlášť dôležitá v scenároch, kde je potrebné kombinovať údaje z rôznych informačných systémov (e-government alebo práve inteligentné mestá a regióny), za účelom vývoja inovatívnych aplikácií, akými sú už spomínané digitálne dvojčky alebo rôzne sofistikované simulácie pre skvalitnenie verejných služieb.

FAIR DATA

Pre zabezpečenie interoperability dát je potrebné budovanie dátových priestorov (data spaces), v ktorých dáta disponujú vlastnosťami FAIR, čo je anglickou skratkou pre:

- F – „Findable“ – Nájditeľné,
- A – „Accessible“ – Dostupné,
- I – „Interoperable“ = Interoperabilné,
- R – „Reusable“ – prepoužiteľné/znovu použiteľné.

Ide o množinu princípov uplatňovaných pri správe a zdieľaní dát v kontexte inteligentného mesta a regiónu. Podporujú dostupnosť, interoperabilitu a opätovné použitie dát po ich zverejnení. Cieľom týchto princípov je zabezpečiť, aby sa údaje generované a zozbierané v iniciatívach inteligentných miest a regiónov mohli efektívne zdieľať a využívať pre maximálny spoločenský a ekonomický prínos. Vlastnosti F, I a R sú jednoducho dosiahnuteľné použitím sémantických štandardov (príklady štandardizačných iniciatív sú popísané nižšie) pre opis dát v dátových priestoroch. Čo sa týka

³⁹ ZHENG, Z., XIE, S., DAI, H. N., CHEN, W., CHEN, X., WENG, J., IMRAN, M. 2020. An overview on smart contracts: Challenges, advances and platforms. Future Generation Computer Systems, 105, 475-491. [online]. Dostupné na: <https://arxiv.org/pdf/1912.10370.pdf>

dostupnosti dát, teda vlastnosti A, je dôležité, aby aktéri digitálneho ekosystému dohodli transparentnú dátovú politiku, teda prístup k potrebným dátam za akceptovateľných podmienok.

Koncepty sémantickej interoperability sa odrážajú aj v odporúčaní EÚ. Objavujú sa napr. v tzv. „MIMs“ (minimálne mechanizmy interoperability)⁴⁰, ktoré obsahujú návrhy na zlepšenie digitálnej transformácie v mestách a komunitách. MIM 1 „Context Information Management“ a MIM 2 „Shared Data Models“ **odrážajú dôležitosť ontológií a využívanie metadát na popis vymieňaných informácií.**

ONTOLÓGIE AKO ZÁKLAD SÉMANTICKEJ INTEROPERABILITY

Ontológie definujú štandardy, formáty a protokoly na dosiahnutie sémantickej interoperability údajov. Vytvorením spoločnej terminológie podporujú konzistentnosť v reprezentácii údajov. Zabezpečujú, aby rôzne systémy alebo organizácie používali rovnaké termíny a definície pre podobné koncepty. Využívajú pri tom jeden zo široko akceptovaných ontologických jazykov, ako napr. RDF (Resource Description Framework) alebo OWL (Web Ontology Language), avšak rôzne konzorciá zaoberajúce sa definíciou štandardov (ako W3C) si definujú vlastné rozšírenia týchto jazykov. Ontológie definujú okrem samotných pojmov aj vzťahy medzi nimi a umožňujú reprezentáciu zložitých sémantických asociácií. Môžu napr. vyjadrovať hierarchie alebo asociácie založené na vlastnostiach údajov. Tieto vzťahy umožňujú rôzne formy objavovania údajov v zložitých ekosystémoch a taktiež umožňujú riadiť manažment prístupu k týmto dátam.

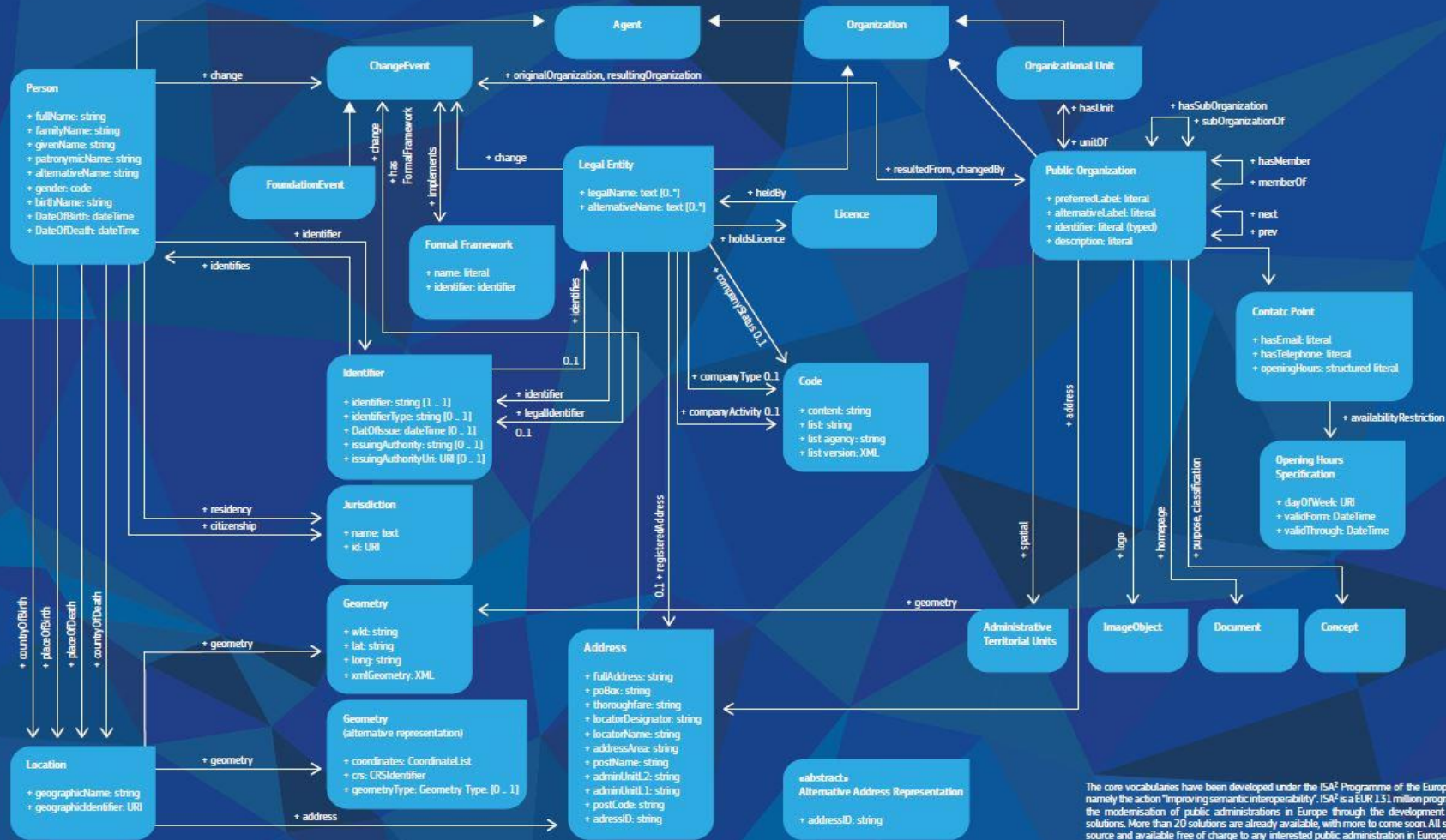
Na obrázku nižšie vidíme príklad ontológie ISA2 Core Public Vocabulary.⁴¹

⁴⁰ OASC MIMS. OASC Minimal Interoperability Mechanisms. [online]. Dostupné na: <https://mims.oascities.org/basics/oasc-mims-introduction>

⁴¹ ISA² - Interoperability solutions for public administrations, businesses and citizens. [online] Dostupné na: https://ec.europa.eu/isa2/solutions/core-vocabularies_en/



ISA² Core Vocabularies



The core vocabularies have been developed under the ISA² Programme of the European Commission, namely the action "Improving semantic interoperability". ISA² is a EUR 131 million programme supporting the modernisation of public administrations in Europe through the development of eGovernment solutions. More than 20 solutions are already available, with more to come soon. All solutions are open source and available free of charge to any interested public administration in Europe.

Obr. 27: Ontología ISA². Zdroj: https://ec.europa.eu/isa2/solutions/core-vocabularies_en/

Proces dosahovania sémantickej interoperability zahŕňa použitie ontológií na opis existujúcich údajov. Pri tomto procese je potrebné, aby sa existujúce údaje rozšírili o sekundárne metadáta. Úlohou tohto opisu je pridať kontext, ktorý informuje konzumenta údajov o informáciách, ako je napr. typ alebo merná jednotka či mnoho ďalších špecifickejších informácií pomáhajúcich lepšie zadefinovať prenášané dáta. Tento proces je jednoduchší v prípade, že sa s ním počíta už počas vývoja budúcich informačných systémov. Jedna z najväčších výziev je však sémantický popis dát už existujúcich systémov. Problémom pri takomto opise je heterogénnosť formátov. Dosiahnutie interoperability je v takomto prípade síce zložitejšie, avšak nie nemožné. Na prekonanie tejto prekážky je potrebné zabezpečiť mapovania na už existujúce ontológie alebo zadefinovať nové ontológie, ktoré sa stanú súčasťou existujúcich a medzinárodne uznávaných štandardov. Pri korektnom opise dát je zabezpečená ich homogénnosť a výrazným spôsobom to prispieva k dodržiavaniu FAIR princípov. FAIR princípy popisujú, ako dosiahnuť to, aby boli súbory dát alebo dátové úložiska udržateľné v čase a bol využitý ich plný potenciál. Ďalšia dôležitá vlastnosť, ktorú nadobudnú sémanticky interoperabilné dáta, je možnosť ich efektívneho kombinovania a vykonávania sémantického vyhľadávania na základe kontextových informácií. Takáto vlastnosť je možná len v prípade, že je použitý rovnaký štandard na opis dát. Príkladom využitia takéhoto vyhľadávania môže byť federatívny dopyt na získanie informácií o senzoroch od rôznych výrobcov merajúcich teplotu vo viacerých mestských častiach v reálnom čase. Táto vlastnosť prispieva k princípu nájditelnosti dát.

V kontexte zdieľania údajov s verejnosťou hrá sémantická interoperabilita kľúčovú úlohu pri uľahčovaní efektívnej dátovej komunikácie a pochopenia medzi rôznymi zainteresovanými stranami, čo vedie k zvýšeniu transparentnosti, spolupráce a spoločenského vplyvu.

Iniciatívy pre sémantickú interoperabilitu

Výzvy a požiadavky systémov IoT vynútili vznik novej disciplíny sieťovej architektúry. Ako sa postupom času zvyšoval počet zariadení a aplikácií, potreba robustných štandardizačných rámcov sa stávala čoraz dôležitejšou. **Európsky inštitút pre telekomunikačné normy (ETSI)**, významná organizácia pre normalizáciu, plnil dôležitú úlohu pri formovaní noriem IoT, ktoré slúžia ako základný kameň interoperability, bezpečnosti a efektívnosti systémov. V snahe štandardizovať rýchlo rastúcu oblasť komunikácie medzi strojmi (machine to machine communication) vytvoril ETSI v roku 2008 technickú komisiu M2M, ktorej cieľom bolo vytvoriť štandardizovanú architektúru na urýchlenie prijatia aplikácií M2M. Postupom času sa záber komisie rozširoval aj o problematiku IoT a tak v roku 2021 ETSI a 13 ďalších zakladajúcich členov spustili iniciatívu **oneM2M**, ktorej misiou je pôsobiť ako líder v obore štandardizácie technológií IoT vytvorením platformy na zdieľanie dát z rôznych zdrojov (rôznych databáz či zariadení). Platforma je navrhnutá tak, aby podporovala širokú škálu aplikácií nielen z oblasti inteligentných miest, ale aj z oblasti priemyselného IoT. To je možné vďaka kolaborácii oneM2M spolu s rôznymi priemyselnými štandardizačnými orgánmi po celom svete pri vývoji danej platformy.⁴²

Ďalšou svetovou iniciatívou, ktorá sa zaoberá otázkami sémantiky a štandardizácie IoT riešení, je **World Wide Web Consortium Web of Things (W3C WoT)**⁴³. W3C WoT je založené na webových technológiách a princípoch, čo znamená, že k zariadeniam internetu vecí a ich dátam je možné pristupovať a ovládať ich pomocou známych webových protokolov a štandardov. To uľahčuje prácu so zariadeniami internetu vecí a zlepšuje to integráciu internetu vecí do existujúcich webových aplikácií a služieb. Využíva pritom ontológie založené na jazyku RDF, ktoré aj sama vyvíja. Umožňuje taktiež

⁴² OneM2M. The Interoperability enabler for the entire M2M and IoT ecosystem. 2015 [online]. Dostupné na: <https://www.onem2m.org/images/files/onem2m-whitepaper-january-2015.pdf>

⁴³ W3C. Web of Things. [online]. Dostupné na: <https://www.w3.org/WoT/>

decentralizovanú správu a riadenie toku dát, ale tiež riadenie toho, kto a ku akým dátam bude mať prístup, čo je výhoda najmä pri tvorbe komplexných ekosystémov s rôznymi aktérmi (verejný, súkromný a akademický sektor).

Pre potreby IoT implementovaného v rámci inteligentného mesta či regiónu sa však ako najefektívnejšia integračná platforma (platforma, ktorá spája dáta z rôznych zdrojov) zároveň využívajúca ontológie, javí open source **FIWARE-NGSI**.⁴⁴ Viaceré európske hlavné mesta vytvorili alebo vytvárajú svoje mestské platformy práve s podporou technológie FIWARE.⁴⁵ Technológia sa skladá z množiny otvorených štandardov, API a dátových modelov⁴⁶, ktorých kombinácia umožňuje vyskladanie dátovej platformy presne podľa predstáv samosprávy. Využitie technológie ako takej presahuje problematiku samotných inteligentných miest. Ústredným prvkom technológie je tzv. Context Broker, ktorý je zodpovedný za ukladanie údajov v reálnom čase na základe dátových modelov – doslova dodáva zozbieraným dátam kontext a ďalej ich poskytuje rôznym aplikáciám na druhotné využitie (prepočty, tvorba indexov, predikcií vývoja atď.). Aplikácie komunikujú s Context Broker-om prostredníctvom štandardizovaných API NGSI (Next Generation Service Interface), ktoré umožňujú prakticky komukoľvek (alebo tomu, komu je prístup k informáciám určený) tieto informácie odoberať a byť aj upozornený, keď sa dáta zmenia. Práve táto vlastnosť platformy podporovaných technológiou FIWARE umožňuje jednoduchú tvorbu aplikácií a teda zjednodušuje využitie dát takmer pre každého.

Sémantické technológie nedávno získali významnú podporu v mnohých medzinárodných komunitách a najmä v IoT komunite. Existujúce IKT riešenia samospráv sa zameriavajú na špecifické aplikácie alebo domény (energetika, dane, odpadové hospodárstvo atď.) a medzi týmito systémami neexistuje jednoduchý spôsob zdieľania informácií. Je potrebné riešenie, ktoré umožní plnohodnotnú interoperabilitu. Kvôli existencii obrovskej heterogenity týkajúcej sa technológie IoT sa považuje sémantika za sľubný prístup dosiahnutia interoperability medzi rôznymi IoT zariadeniami, senzormi a platformami.⁴⁷

POTREBA ŠTANDARDIZÁCIE DÁT Z INTELIGENTNÝCH RIEŠENÍ

Súčasný stav si žiada spustiť formalizačný a štandardizačný proces dát z inteligentných riešení na národnej úrovni. Akčný plán inteligentných miest a regiónov na roky 2023 – 2026 definoval ako jednu z priorit zmapovanie a analýzu aktuálneho stavu využitia dátovo-analytických a integračných platform na území SR spolu s ich špecifikami, najmä funkcionalít, technických požiadaviek a požiadaviek na interoperabilitu a taktiež dobudovanie ucelených datasetov. Nakoniec, výsledkom tohto procesu bude metodický rámec pre inteligentné riadenie v samospráve podporené dátami, ktorý poskytne usmernenie a nastaví jednotný postup pre systematickú tvorbu, spracovanie, analýzu a agregáciu nových typov dát a dátových sád, najmä z inovatívnych riešení nad rámec konvenčnej agendy samospráv, v súlade so zákonnými povinnosťami a usmerneniami.

⁴⁴ FIWARE. Dostupné na: <https://www.fiware.org/>

⁴⁵ FIWARE. Cities Directory. Dostupné na: <https://www.fiware.org/about-us/smart-cities/cities-directory/>

⁴⁶ FIWARE. Smart Data models. Dostupné na: <https://www.fiware.org/smart-data-models/>

⁴⁷ BAQA, H., et al. Semantic IoT Solutions-A Developer Perspective. 2019. Dostupné na: https://hal-emse.ccsd.cnrs.fr/emse-02345694/file/SemanticInteroperabilityWhitePaper_SemanticIoTolutions-ADeveloperPerspective-20191020-final-1.0.1.pdf

Technická interoperabilita

Technická interoperabilita popisuje postupy a problémy zaoberajúce sa technickým pozadím prepojovania systémov a aplikácií. Medzi jej hlavné aspekty patrí špecifikácia rozhraní, prepojovacie a integračné služby, špecifikácia bezpečných komunikačných protokolov, reprezentácia a výmena dát v rámci rôznych sektorov (energetika, doprava, bezpečnosť atď.). Hlavným problémom technickej interoperability spravidla býva zastaranosť prepájaných systémov. Historicky boli aplikácie a informačné systémy vo verejných správach vyvíjané jednouchcelovo pre vyriešenie špecifického problému. Napojenie sa a získanie dát z takéhoto uzavretého systému môže byť veľmi náročné, častokrát nemožné. Jednoznačné definovanie štandardov a protokolov, ktoré by mali, respektíve, nemali byť používané nie je možné kvôli rozsiahlosti vzájomnej odlišnosti IoT systémov. Pre zabezpečenie čo najlepšej novej technickej interoperability je dobré vyžadovať používanie výhradne formálne definovaných protokolov. Ich použitie zvyšuje pravdepodobnosť úspešnej budúcej integrácie s iným systémom.

APLIKAČNÉ PROGRAMOVACIE ROZHRIANIE (API)

V kontexte inteligentných miest sa API (Application Programming Interface) vzťahuje na súbor pravidiel a protokolov, ktoré umožňujú rôznym softvérovým aplikáciám alebo systémom navzájom komunikovať a interagovať. Rozhrania API fungujú ako sprostredkovatelia umožňujúci vývojárom pristupovať a využívať špecifické funkcie, služby alebo údaje z konkrétnej platformy či aplikácie. V inteligentných mestách zohrávajú API podstatnú úlohu pri uľahčovaní interoperability a integrácie medzi rôznymi systémami, aplikáciami a zdrojmi údajov.

Je dôležité venovať náležitú pozornosť všetkým komunikačným kanálom v rámci systému, pretože nevieme, aké dáta z neho môžu byť v budúcnosti čerpané. Ako príklad zoberme systém zaznamenávajúci priebehy teplôt nameraných pomocou smart senzorov, ktoré sú ďalej ukladané v centrálnej databáze, kde sú analyzované a vizualizované v rôznych platformách. Systém sám o sebe svoju funkciu plní a jeho budúca integrácia môže byť zdanlivo zaistená formálne definovaným API. Pokiaľ však vznikne nová požiadavka na spracovávanie surových dát zo senzorov, definované API nemusí postačovať. Ak sa pri jeho vytváraní dbalo aj na výber protokolu pre komunikáciu so senzormi, bude možné systémy prepojiť aj na tejto úrovni a čerpať tak napr. aj iné dáta, ktoré pôvodný systém nespracovával. Ak ale systém používa proprietárny, neznámy alebo formálne nešpecifikovaný protokol, takéto napojenie nemusí byť možné.

10 Vízia a kooperácia pri využívaní IoT infraštruktúry

V ére, ktorú definuje rýchlá urbanizácia a technologický pokrok, je nástup riešení IoT pre inteligentné samosprávy príslubom revolúcie vo fungovaní našich mestských a regionálnych prostredí. Prepojením zariadení, systémov a infraštruktúry sa tieto iniciatívy inteligentných miest a regiónov zameriavajú na zvýšenie efektívnosti, udržateľnosti a celkovej kvality života obyvateľov. Pri implementácii IoT infraštruktúry sa však vynára zložitá spleť citlivých otázok a výziev, ktoré si vyžadujú dôkladné zváženie a premyslené riešenia.

Výzvy pri implementácii IoT infraštruktúry

Bezpečnosť IoT je azda najkritickejšia výzva najmä z dôvodu rozšírenia kybernetických útokov, ktoré už v súčasnosti sužujú verejné siete. K týmto hrozbám sa pridávajú aj nezabezpečené postupy rôznych pracovníkov so zariadeniami a dátami, ktorí nemusia mať požadované odborné vedomosti a zručnosti pri práci s touto technológiou. Obrovské množstvo údajov v gescii inteligentných miest a regiónov môže obsahovať osobné informácie a vzorce správania, čo vo všeobecnosti vyvoláva obavy o ochranu osobných údajov a možnosti ich zneužitia. Údaje prenášané a uchovávané zariadeniami IoT sú zraniteľné voči týmto kybernetickým útokom a ich narušenie by mohlo viesť k neoprávnenému prístupu, manipulácii s údajmi alebo dokonca k narušeniu funkčnosti samotnej infraštruktúry. Rozhodovanie o tom, aké údaje sa zhromažďujú, ako sa používajú a ako sa zverejňujú je eticko-technickou dilemou. Vyváženie bezpečnosti, pohodlia a súkromia je zložitá výzva, na ktorú sa treba v prípade implementácie IoT určite zamerať. Dôležitou témou je aj vlastníctvo údajov. Určenie toho, kto vlastní a kontroluje údaje generované zariadeniami internetu vecí, môže byť spornou otázkou s dôsledkami na monetizáciu údajov a povolenie prístupu k nim.

Dôležité je aj zabezpečenie bezpečnosti siete. Mnohé aplikácie internetu vecí sú integrované do kritickej infraštruktúry, ako sú energetické siete, systémy zásobovania vodou, dopravné siete a zdravotnícke zariadenia. Útok na tieto systémy by mohol mať ničivé následky, narušiť služby a potenciálne ohroziť životy. Zariadenia internetu vecí sú navrhnuté tak, aby komunikovali navzájom a s centrálnymi riadiacimi systémami. Táto prepojenosť síce zvyšuje efektívnosť, ale zároveň vytvára väčší priestor na útoky. Ak je kompromitované jedno zariadenie, môže sa potenciálne použiť ako miesto vstupu do iných pripojených systémov. Zariadenia IoT často využívajú firmvér a softvér, ktorý môže obsahovať zraniteľnosti. Ak tieto zraniteľnosti nie sú okamžite opravené, útočníci ich môžu zneužiť na získanie neoprávneného prístupu. Zariadenia IoT sa dajú využiť na útoky DDoS zahltením cieľových webových stránok alebo služieb falošnými údajmi. To ovplyvňuje nielen cieľové subjekty, ale aj celkovú sieťovú infraštruktúru. Riešenie zraniteľností infraštruktúry v oblasti IoT si vyžaduje kombináciu technologických riešení, regulačných rámcov a osvedčených postupov. Patrí sem zavedenie silných šifrovacích a autentifikačných mechanizmov, pravidelné aktualizácie softvéru, systémy na detekciu narušenia a vzdelávanie zainteresovaných strán o bezpečnostných rizikách. Spolupráca medzi vládnymi agentúrami, priemyselnými subjektmi a odborníkmi na kybernetickú bezpečnosť je nevyhnutná na zabezpečenie odolnosti a bezpečnosti infraštruktúry internetu vecí, najmä v kontexte kritickej služieb v inteligentných mestách a regiónoch.

Vízia využitia IoT v slovenských samosprávach je vytvoriť na základe dát z neho získaných inteligentné a udržateľné prostredie, ktoré zlepšuje kvalitu života obyvateľov a zvyšuje efektívnosť verejných služieb.

Technológie IoT dosahujú už v súčasnosti pomerne značnú úroveň maturity, čo znamená, že boli overené v praxi, prinášajú hodnotu a zároveň sa stávajú predpokladom pre poskytovanie ešte viac sofistikovanejších služieb do budúcnosti. Ako teda pristupovať k obstarávaniu týchto technológií?

Posledná kapitola tohto dokumentu obsahuje množinu odporúčaní, resp. postupnosť konkrétnych krokov, ktoré môžu slúžiť ako návod pre samosprávy.

Úvodom je samozrejme potrebné vybudovať samotnú infraštruktúru senzorov a to na úrovni, ktorá je flexibilná a škálovateľná, nad ktorou bude mať samospráva kontrolu a bude ju a ňou generované dáta môcť využiť aj v budúcnosti. Častou chybou, na ktorú treba upozorniť je, že mesto alebo VÚC si obstará naoko komplexné riešenie riešiacie jeho zásadný problém. V princípe je spokojné, ale počas prevádzky si uvedomí, že nemá jednoduchý prístup k svojim dátam. Tie totiž patria dodávateľovi alebo ich má samospráva v rôznych formátoch/formách komplikujúcich spracovanie strojom a nemôžu naplniť princípy FAIR. Ide o bežnú prax, keď si samospráva uvedomí hodnotu svojich dát a možnosti ich aplikácií až v momente, keď tieto dáta už reálne vznikajú a keď už nemá nad nimi kontrolu. Častokrát potom nasledujú súdne spory, vedomá rezignácia na nové služby alebo pristúpenie na drahé licenčné poplatky dodávateľovi. Všetky tieto alternatívy nie sú optimálne a v konečnom dôsledku stoja mnohonásobne viac ako príprava dobrej licenčnej zmluvy o vlastníctve a prístupe k dátam pred samotným obstaraním. Obstarávanie inovácií je širokospektrálny problém, ktorý sa však v súčasnosti aktívne vyvíja. Už teraz existujú precedensy (napr. súťaž návrhov) možné použiť v praxi. Navyše, Akčný plán stanovil ako jednu z priorít v opatrení N09 vytvoriť zborník príkladov dobrej praxe inovatívnych foriem verejného obstarávania inteligentných riešení s vysokou pridanou hodnotou. Touto témou sa bude zaoberať národný projekt, pričom MIRRI SR ho plánuje spustiť začiatkom roka 2024.

Veľmi malé percento IoT projektov naplní svoje pôvodné ciele. Znie to hrozivo, avšak čísla pre iné inovatívne projekty nie sú iné a vysoká miera rizika je pre ne prirodzená. Čo to znamená pre samosprávy? V princípe, že menej je viac a teda ideálny scenár je pilotovať viacero malých riešení a až po ich osvedčení ich upgradovať do plnej prevádzky. Inou, takisto osvedčenou alternatívou, je použiť už overené riešenia z iných samospráv. Takýto trh je na Slovensku zatiaľ veľmi malý, avšak existuje reálny potenciál na jeho rozširovanie.

Kooperácia samospráv a personálne kapacity

Využívanie IoT je pre samosprávy beh na dlhé trate. Je preto dôležité si uvedomiť, že infraštruktúra IoT bude potrebná aj v budúcnosti a bude prinášať stále nové možnosti inovácií vyplývajúcich priamo z dát, ktoré budú jednoducho dostupné. Pokiaľ samospráva investuje do vybudovania siete mestských senzorov dnes, benefity z jej implementácie bude získavať ešte dlhé roky od momentu jej funkčného spustenia. Vynára sa unikátna príležitosť pre vybudovanie inovačných kapacít a to najmä na strane samospráv. Ide o kapacity ľudských zdrojov, ktoré sú však momentálne mimoriadne raritné a len veľmi ťažko a drahé sa hľadajú na trhu práce. Samospráva si však môže týchto expertov vychovať a navzájom zdieľať. Existuje niekoľko programov, ktoré týmto expertom budú vedieť zabezpečiť ďalšie vzdelávanie – buď zdarma, alebo za prijateľnú cenu. Môžeme predpokladať, že do budúcnosti ich bude pravdepodobne ešte viac. Mestá tým získajú cenné zdroje a inherentný lokálny zdroj inovácií.

Jednou zo základných charakteristík smart prístupu v samosprávach je riešenie rovnakých problémov na väčšom území. Spolupráca samospráv má nespočetné výhody a v oblasti zdieľania dát umožňuje zvýšiť kvalitu služieb nielen pre užívateľov (obyvateľov, podnikateľov pôsobiacich na danom území), ale i návštevníkov či turistov. Je dôležité si uvedomiť, že každá samospráva môže mať svoje vlastné potreby a priority. Preto sa prístup k implementácii IoT môže líšiť. Projekty zamerané na tvorbu, zber, spracovanie, analytické a agregované využitie dát sú náročné, keďže už len náklady súvisiace s

prípravou takýchto projektov sú značné. Ďalším faktorom je nedostatok odborných kapacít v tejto oblasti. Práve preto sa v podmienkach Slovenska, ktoré má veľký počet samospráv vzhľadom na počet obyvateľov, ukazuje prístup zdieľania a spolupráce ako nevyhnutný - jednak v oblasti technológií, ako aj v oblasti ľudských zdrojov.

Personálne kapacity potrebné na implementáciu smart agendy, ktorej súčasťou je využívanie dát z IoT technológií, zahŕňajú odborníkov z rôznych oblastí, ako sú informačné technológie, urbanistika, environmentálna veda, dizajn, marketing a ďalšie. Personálne kapacity potrebné pri tvorbe zmysluplných a efektívnych projektov tak zahŕňajú nasledovné kategórie:

- **Smart inžinieri** – projektoví manažéri smart projektov. Disponujú odbornými vedomosťami a zručnosťami v oblasti koncepcie a riadenia inovačných projektov, komunikácie a koordinácie tímu. Sú zodpovední za plánovanie, sledovanie a riadenie implementácie smart agendy.
- **IT odborníci** - softvérový vývoj, dátová analýza, sieťová infraštruktúra a bezpečnosť. Títo odborníci sú potrební pre návrh vhodného riešenia, príslušných technológií a sú nevyhnutní pri implementácii konkrétnych riešení.
- **Dátoví odborníci** - ich úlohou je analýza dát a vytváranie zmysluplných záverov a odporúčaní na základe týchto dát, t. j. spracovávajú a analyzujú dáta z rôznych senzorov a zariadení (aj iných technológií) a poskytujú informácie pre lepšie rozhodovanie.
- **Urbanisti** - plánujú a navrhujú riešenia do existujúcej infraštruktúry na základe dát a znalostí o architektúre, doprave, verejnom priestore, života v samospráve a pod.
- **Environmentálni odborníci** - podieľajú sa na návrhu a implementácii smart riešení v rámci zlepšenia životného prostredia, využívania zdrojov a udržateľnosti.
- **Dizajnéri, marketéri a komunikační experti** - vytvárajú atraktívne a užívateľsky prívetivé aplikácie a informačné panely, zabezpečujú budovanie vzťahov s verejnosťou, propagáciu riešení a služieb pre rôzne cieľové skupiny s cieľom zvyšovať mieru využívania služieb, zapájajú obyvateľov do tvorby nových riešení, získavajú spätnú väzbu, navrhujú celkové zlepšenia.
- **Finanční experti** - títo odborníci by mali mať schopnosti v oblasti financií a rozpočtovania. Ich úlohou je plánovať a spravovať finančné prostriedky potrebné na implementáciu smart agendy a vyhodnocovať jej návratnosť.
- **Právni experti** - títo odborníci by mali mať schopnosti v oblasti práva a regulácie. Ich úlohou je zabezpečiť, aby implementácia smart riešení bola v súlade s platnými právnymi predpismi a ochranou súkromia obyvateľov.
- **Technickí pracovníci** - ich úlohou je zabezpečiť inštaláciu, správne fungovanie a údržbu smart zariadení a infraštruktúry.

11 Odporúčania pre implementáciu IoT

Agendou MIRRI SR ako národného koordinátora inteligentných miest a regiónov v Slovenskej republike je najmä odstraňovanie bariér, ktoré bránia slovenským samosprávam v inteligentnom rozvoji a taktiež ich podpora formou výstupov, usmernení a vytvárania priestoru na spoločnú debatu. Pre dosiahnutie (nielen) týchto cieľov boli vytvorené nasledujúce odporúčania, ktoré veríme, že pomôžu slovenským samosprávam s implementáciou IoT infraštruktúry. K cieľom opatrení Akčného plánu patrí taktiež vytvorenie jednotného postupu pri zbere, manažmente a zverejňovaní dát z inovatívnych riešení, ako je napr. IoT (opatrenie N07), v rámci pripravovaného národného projektu, ktorý má za cieľ ponúknuť návod na vytvorenie interoperabilného prostredia pre samosprávy, kde práca s dátami z inteligentných riešení nebude len fikciou, ale špičkovým nástrojom na zlepšenie života obyvateľov. Odporúčame preto sledovať výstupy napr. na webe MIRRI SR⁴⁸ alebo v prípade otázok priamo kontaktovať projektový tím formou elektronickej pošty⁴⁹. Iniciatíva inteligentných miest a regiónov predstavuje množinu pomerne nových výziev ako z oblasti technológií, tak aj z oblasti procesov a potreby nových odborných vedomostí a zručností pracovníkov štátnej správy i samosprávy.

Vzdelávajte sa a zdieľajte skúsenosti

Využitie IoT a komplementárnych technológií na zber, analýzu a využitie dát o dianí v spravovanom území prináša pre mestá a regióny pomerne veľké množstvo výziev. Budovanie infraštruktúry a bezpečného ekosystému zdieľania dát predstavuje značný prelom v doterajšom riadení územných samospráv. Široké spektrum rôznych datasetov, platforiem, senzorov či sietí komplikuje výber riešení, ktoré by mali pre dané územie najväčšiu pridanú hodnotu a častokrát odrádzajú samosprávy od investovania do nich. Na druhú stranu, táto technológia dala podnet na vznik mnohých dodávateľov zo súkromného sektora, ktorí vo veľa prípadoch ponúkajú zázračné riešenia šité na mieru. Samosprávy však s nimi neriešia otázky vlastníctva dát, nepoznajú prevádzkové náklady na infraštruktúru a ľudské zdroje v samosprávach nemajú požadované odborné vedomosti a zručnosti na prácu s týmito dátami. Je potrebné zapojiť sa do vzdelávania v problematike, ktorá sa týka pracovníkov naprieč celou organizačnou štruktúrou samospráv (začínajúc a končiac u samotných volených zástupcov). Štúdiom zahraničnej a domácej odbornej literatúry, zúčastňovanie sa konferencií a diskusií, ale najmä zdieľanie prvkov dobrej praxe naprieč slovenskými mestami a regiónmi predstavuje nutný základ pre budúce využívanie dát v kontexte inteligentných miest a obcí.

Začnite s vypracovaním stratégie

Inteligentné mestá a regióny začíname budovať vypracovaním stratégie s načrtnutím vízie, cieľov a plánu implementácie inteligentných riešení, ako sú napr. IoT a GIS. Táto stratégia musí zohľadňovať špecifické potreby a priority mesta. Pri jej tvorbe je potrebné zapojiť relevantné zainteresované strany vrátane obyvateľov a zosúladiť ju s dlhodobými plánmi mestského rozvoja. Súčasťou stratégie by mali byť aj identifikované, jasne definované merateľné ukazovatele a želané výsledky, ako napr. zlepšenie kvality života obyvateľov, zvýšená udržateľnosť či energetická efektívnosť, kvalitnejšie verejné služby alebo zvýšenie počtu návštevníkov mesta. Proces vypracovania stratégie by mal spočívať v stanovení priorít a oblastí, v ktorých môže mať infraštruktúra IoT najvýznamnejší vplyv na ich úspešné napredovanie. Tie je vhodné načrtnúť do plánu postupnosti činností, ktorý obsahuje zoznam míľnikov a časové harmonogramy implementácie inteligentných riešení. Tento plán by mal zohľadňovať taktiež

⁴⁸ <https://www.smartcity.gov.sk/>

⁴⁹ smartcity@mirri.gov.sk

dostupnosť zdrojov samospráv a potenciálne riziká. Vypracovaním stratégie môžu inteligentné mestá efektívne plánovať, implementovať a spravovať iniciatívy infraštruktúry IoT. Stratégie miest a regiónov nemusia byť prehnane dlhé a komplexné. Mali by však popisovať výsledný želaný stav a postupnosť jednotlivých krokov na jeho dosiahnutie.

Spolupracujte s občanmi

Občianska participácia predstavuje jeden z hlavných pilierov a princípov inteligentného mesta a jeho nenahraditeľnú súčasť. Každé mesto a región čelí rôznym výzvam a problémom, má inú polohu a prírodné podmienky, využíva iné prírodné bohatstvo a sústreďuje sa na iné ekonomické činnosti. V tejto komplexnosti sa najlepšie vyznajú práve obyvatelia, ktorí v území realizujú svoje denné činnosti a aktivity. Pri implementácii IoT infraštruktúry je vhodné komunikovať túto skutočnosť s občanmi, ktorí svojimi návrhmi, nielen ohľadom umiestnenia senzorov, ale najmä pri interpretácii výsledkov zberu dát, častokrát môžu zlepšiť celkovú pridanú hodnotu týchto systémov. Zároveň je potrebné ich uistiť, že zbierané dáta neobsahujú prvky osobných dát a sú v bezpečí pred nežiadanými únikmi do tretích strán. Komunikácia s občanmi má však aj iné prínosy. Zabráni sa ňou šíreniu dezinformácií ohľadom využitia zbieraných dát práve v dnešnej dobe, keď sledujeme enormný nárast dôvery v nesprávne interpretované zámery verejnej správy. Nakoniec, budúcnosť zberu dát spočíva vo využití osobných zariadení občanov, napr. ich mobilných telefónov. Občania by teda mali byť oboznámení s výhodami, ktoré zber dát prináša a mali by mať možnosť rozhodnúť sa, ako a komu svoje dáta zdieľať či predávať. Celkovo funkčný ekosystém práce s dátami v podmienkach inteligentných miest a regiónov si vyžaduje aktívnu občiansku participáciu za účelom generovania úžitku a všeobecného prospechu.

Využite rôzne možnosti financovania⁵⁰

Financovanie z eurofondov na programové obdobie 2021 – 2027 je definované v jednotnom operačnom programe s názvom Program Slovensko. V rámci európskeho cieľa politiky 1: Konkurencieschopnejšia a inteligentnejšia Európa, súčasťou ktorého je aj Opatrenie 1.2.2 Podpora budovania inteligentných miest a regiónov, je možné financovať zavedenie inteligentných riešení na zber, analýzu a využitie dát. Celková suma prostriedkov v opatrení 1.2.2 predstavuje 106,3 milióna EUR, z toho na mestá a regióny pripadá 65 miliónov EUR (mechanizmus integrovaných územných investícií/území udržateľného mestského rozvoja). Zvyšných 41,3 milióna EUR bude využitých v gescii MIRRI SR na opatrenia so systémovým dopadom na celé územie SR. Samosprávy tak majú ideálnu príležitosť získať financie na vybudovanie základnej infraštruktúry IoT a na osvojenie si praktík s obstarávaním týchto systémov, prácu s nimi a na začatie procesu zberu, analýzy a využitia dát o dianí v spravovanom území.

Ďalšou z možností financovania môže byť Plán obnovy a odolnosti (POO) zahŕňajúci tiež opatrenia zamerané na riešenie výziev, ktorým Slovensko čelí v súvislosti so zelenou a digitálnou transformáciou. Pre Slovensko je alokovaných približne 6 miliárd EUR v grantoch. Tematiky SCR sa dotýka najmä Komponent 1 (Obnoviteľné zdroje energie a energetická infraštruktúra), Komponent 2 (Obnova budov) a Komponent 9 (Efektívnejšie riadenie a posilnenie financovania vedy, výskumu a inovácií).

Rovnako existuje aj možnosť financovania z vlastných zdrojov – rozpočet obce/mesta/VÚC. Financovanie z vlastných zdrojov má viacero výhod, ktoré sa týkajú najmä flexibility a dostupnosti prostriedkov v reálnom čase. Z hľadiska príjmov samospráv sa ale ukazuje ako najproblematickejšie.

⁵⁰ MINISTERSTVO INVESTÍCIÍ, REGIONÁLNEHO ROZVOJA A INFORMATIZÁCIE SR. Metodika k tvorbe inteligentných projektov. 2023. [online]. Dostupné na: https://www.smartcity.gov.sk/wp-content/uploads/2023/08/Methodika-k-tvorbe-smart-projektov_compressed.pdf

Možnosti samospráv priamo ovplyvniť príjmovú zložku svojich rozpočtov sú značne obmedzené a preto sa pri svojich investičných aktivitách do veľkej miery spoliehajú na externé financovanie - z fondov EÚ alebo iných finančných mechanizmov. Inou alternatívou financovania je spolupráca so súkromným sektorom – spoločné financovanie (PPP projekty) či tvorba investičných fondov a platforiem - aktivity zamerané na oblasť zberu dát prostredníctvom IoT je možné pokryť investičnými a rámcovými úvermi, ale aj priamymi úvermi pre špecifické programy a projekty. Existuje tiež možnosť spolupráce s komerčnými bankami, resp. vytvorenie investičných fondov a platforiem. Určité možnosti ponúkajú aj finančné mechanizmy spravované prostredníctvom EK – Horizon Europe, Programy cezhraničnej spolupráce Interreg, Stredná Európa 2021–2027, Dunajský nadnárodný program 2021-2027, Interreg Europe/Interact IV, URBACT IV, Program Kreativná Európa, Nórsky finančný mechanizmus a Európska mestská iniciatíva (EUI). Spomínané príklady sú programy rôznych cezhraničných spoluprác, resp. programy na podporu výskumu, technologického rozvoja či inovácií, kde žiadateľom môžu byť mestá, obce a MSP.

Overte si, ako veľmi je váš projekt „smart“

Národný koordinátor iniciatívy inteligentných miest a regiónov, MIRRI SR, pripravuje nástroj na praktickú analýzu a zhodnotenie pripravovaných projektov, resp. iniciatív v oblasti inteligentných miest a regiónov s pracovným názvom „Metodika pre tvorbu inteligentných projektov“. Samosprávam bude umožnené využiť tento nástroj na dobrovoľnej báze s cieľom identifikovať silné a slabé stránky pripravovaných projektov z hľadiska integrácie, participácie, inklúzie, prepojenia na jednotlivé stratégie a využitia IKT/dát. Metodika bude pozostávať z teoretickej časti, teda najmä z praktických odporúčaní, ako postupovať pri tvorbe projektov a z hodnotiacej časti, ktorá porovnáva pripravované projekty podľa uvedených kritérií. Opatrenie N04 Akčného plánu inteligentných miest a regiónov 2023 – 2026 sa ďalej venuje problematike praktického usmerňovania tvorby projektov v oblasti inteligentných miest a regiónov. Vyhliadkovo by tento nástroj mal byť dostupný aj ako online aplikácia, do ktorej tvorcovia projektov zadajú predpokladané parametre projektu a dostanú späť usmernenia či návod na jeho celkové zlepšenie. V budúcnosti sa tento nástroj plánuje rozšíriť aj o priamu expertnú podporu.

Vyhňte sa závislosti na konkrétnom dodávateľovi a riešte vlastníctvo dát

Už pri obstarávaní nových systémov a zariadení je potrebné brať na zreteľ niekoľko skutočností, aby sa samosprávy vyhli závislosti na jednom dodávateľovi a podporili flexibilitu a konkurenčný boj. Mestá a regióny by mali uprednostňovať systémy, ktoré sú podporené otvorenými dátovými štandardami, a protokolmi, ktoré sú široko akceptované a podporované naprieč viacerými dodávateľmi. Otvorené štandardy podporujú interoperabilitu systémov a umožňujú rôznym zariadeniam výmenu dát a bezproblémovú spoluprácu. Požiadavky na interoperabilitu je nutné jasne definovať v dokumentoch na verejné obstarávanie a taktiež zmluvách, v ktorých je potrebné uviesť, že obstarávané riešenia musia byť schopné integrácie s inými, už existujúcimi technológiami. Nezapúdajte však na podporu hospodárskej súťaže. Pozývajte na konzultácie viacerých predajcov, porovnávajte ich ponuky na základe faktorov, ako sú funkčnosť, kapitálové a prevádzkové náklady, dlhodobá životaschopnosť systémov atď. Uprednostňujte modulárne a škálovateľné riešenia umožňujúce pridávanie, prípadne vymieňanie komponentov bez narušenia funkčnosti celého systému. Nakoniec, jasne definujte vlastnícke práva k získaným údajom a ich prenosnosť v zmluvách s dodávateľmi. Uistite sa, že máte právo na prístup k svojim údajom a ich získavanie v štandardnom formáte bez akýchkoľvek obmedzení. To vám umožňuje zmeniť dodávateľov alebo migrovať na alternatívne riešenia bez straty cenných údajov alebo bez toho, aby ste boli uzamknutí v konkrétnom úložisku údajov či platforme spracovania. Pri implementácii IoT technológií je takmer nevyhnutná technická podpora, ktorá môže byť dosiahnutá

spoluprácou s univerzitami, resp. akademickým sektorom, prípadne požadovaná už priamo v rámci verejného obstarávania od dodávateľa.

Vlastníctvo dát v podmienkach inteligentných miest a regiónov stanovuje jasné línie zodpovednosti a riadenia. Samosprávy musia byť zodpovedné za údaje zhromaždené v rozsahu ich jurisdikcie, čo znamená, že zabezpečujú ich presnosť, bezpečnosť a etické využitie. Jasne definované vlastníctva údajov umožnia samosprávam stanoviť zásady, postupy a rámce na správu údajov, zachovať ochranu súkromia a súlad ich použitia so stanovenými predpismi. Samosprávy tak môžu určiť to, kto má k dátam prístup, za akých podmienok a na aký účel. Táto kontrola je dôležitá najmä pre ochranu komunity, ktorá zase na oplátku dôveruje vedeniu samosprávy a s väčšou pravdepodobnosťou je ochotná zdieľať svoje údaje, čo kaskádovo opäť zvyšuje možnosti využitia dát.

Začnite s pilotnými projektmi

Vo všeobecnosti sa samosprávam odporúča začať s implementáciou inteligentných riešení v rámci tzv. pilotných projektov, ktoré umožnia testovanie a overovanie nových technológií pred ich masovým rozšírením. Takéto projekty poskytujú cenné poznatky, identifikujú potenciálne výzvy a umožňujú doladovanie pred širšou implementáciou. Ďalej umožňujú vyhodnotiť uskutočniteľnosť, efektívnosť a používateľskú akceptáciu týchto technológií. Slúžia ako dôkaz a demonštrujú hodnotu a výhody infraštruktúry IoT zainteresovaným stranám, komunitám a občanom, pretože poskytujú hmatateľné dôkazy o tom, ako nové technológie zvládajú riešiť konkrétne výzvy, zlepšiť verejné a digitálne služby, zvýšiť efektívnosť, či sú schopné realizovať nové modely a pod. Úspešné pilotné projekty môžu vyvolať nadšenie, vybudovať dôveru a získať podporu pre širšiu implementáciu. Je dôležité poznamenať, že pilotné projekty by sa mali starostlivo napláňovať a vykonať, rovnako ako pri projektoch širšej škály. Mali by vychádzať z jasných cieľov (definovaných v stratégii), realistického rozsahu, merateľných výsledkov a ponaučenia získané z pilotných projektov by sa mali zdokumentovať a zdieľať so širšou komunitou, resp. zainteresovanými stranami, aby sa mohli využiť pri budúcom rozhodovaní a zavádzaní.

Podporujte spoluprácu a inovatívnosť

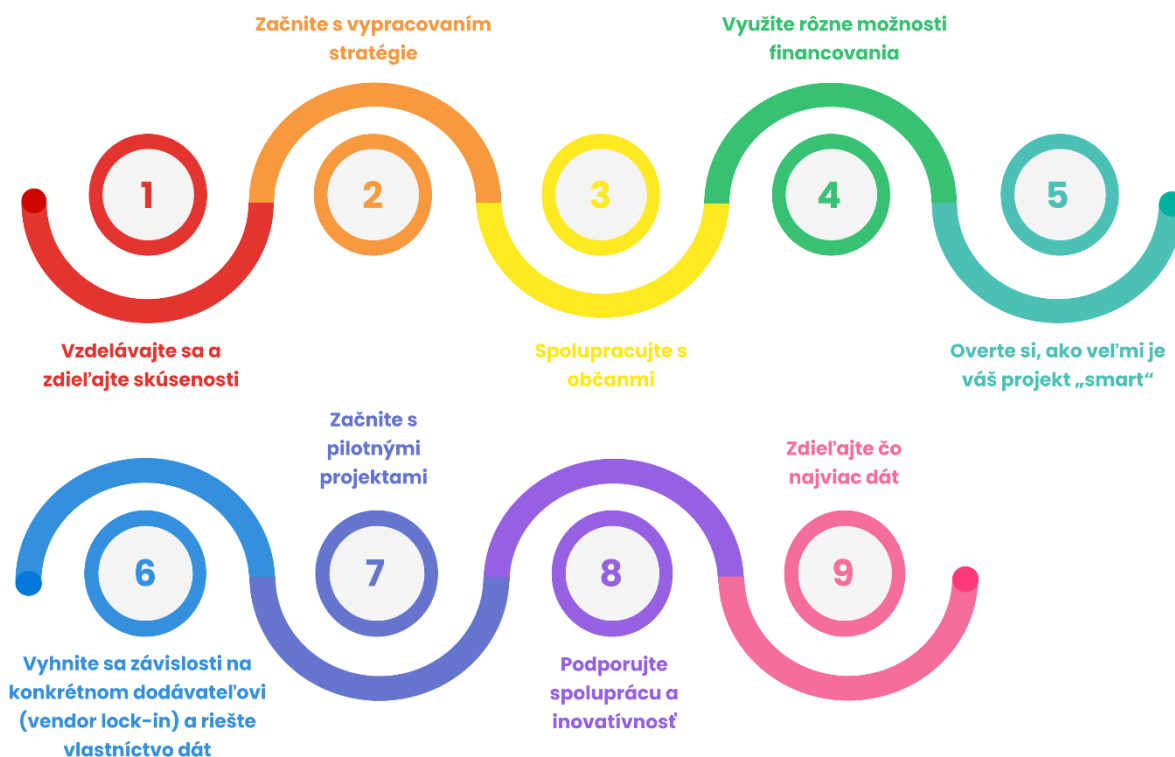
Spolupráca medzi verejným, súkromným a akademickým sektorom spája rôznorodé odborné vedomosti a znalosti, umožňuje zdieľanie osvedčených postupov a využívanie špecializovaných technológií. Iniciatívy v oblasti IoT si často vyžadujú holistický a integrovaný prístup, ktorý presahuje možnosti jedného sektora. Spolupráca teda umožňuje integráciu riešení a služieb z viacerých sektorov, čo vedie ku škálovaniu komplexných a vzájomne prepojených technológií. Napr. integrácia údajov o doprave, spotrebe energií a životnom prostredí môže umožniť efektívnejšie riadenie dopravy a udržateľnosť životného prostredia. Spolupráca taktiež podporuje zrod ďalších inovácií, rozvoj nových prístupov, technológií a obchodných modelov, ktoré riešia zložité mestské a regionálne výzvy. Spojením zainteresovaných strán z rôznych odvetví sa vytvára v podmienkach samospráv úrodná pôda pre inovácie a skúmanie nových príležitostí. Na podporu medzisektorovej spolupráce pri implementácii infraštruktúry IoT môžu inteligentné mestá podniknúť niekoľko krokov, ako napr. vytvorenie spoločnej platformy na vymieňanie poznatkov, podpora otvoreného dialógu, umožnenie pravidelnej komunikácie medzi rôznymi stranami, vývoj programov, mechanizmov financovania a taktiež politických rámcov podporujúcich spoluprácu medzi sektormi a ďalej vyzdvihujúcich túto kultúru.

Zdieľajte čo najviac dát

Inteligentné mestá a regióny publikujú väčšinu získaných dát formou otvorených dát (open data) alebo formou FAIR dát, čo podporuje transparentnosť verejnej správy a buduje vzájomnú dôveru medzi

občanmi, vládou a samosprávami. Zdieľanie údajov podporuje efektívne mestské plánovanie a rozvoj. Prístup k údajom o demografii, využívaní pôdy, infraštruktúre a iných relevantných faktoroch umožňuje urbanistom prijímať informované rozhodnutia týkajúce sa urbanistického dizajnu, zónovania, dopravných sietí a verejných služieb. Okrem toho, zdieľanie dát priamo podporuje súkromný sektor. Poskytnutím prístupu k súborom údajov umožňujú inteligentné mestá podnikom, startupom a jednotlivcom vyvíjať inovatívne aplikácie, služby a riešenia. Inovácie založené na údajoch môžu viesť k hospodárskemu rastu, tvorbe pracovných miest a vzniku živého ekosystému inteligentných miest. Je dôležité poznamenať, že hoci zdieľanie údajov prináša množstvo výhod, je potrebné vziať do úvahy súkromie, bezpečnosť a etické aspekty. Mali by byť zavedené správne rámce a zásady správy údajov, aby sa zabezpečili zodpovedné a bezpečné postupy zdieľania údajov, ktoré chránia súkromie jednotlivcov a zachovávajú integritu údajov.

Roadmapa: Ako implementovať IoT infraštruktúru?



Obr. 28: Roadmapa - Ako implementovať IoT infraštruktúru, Zdroj: vlastné spracovanie

Záver

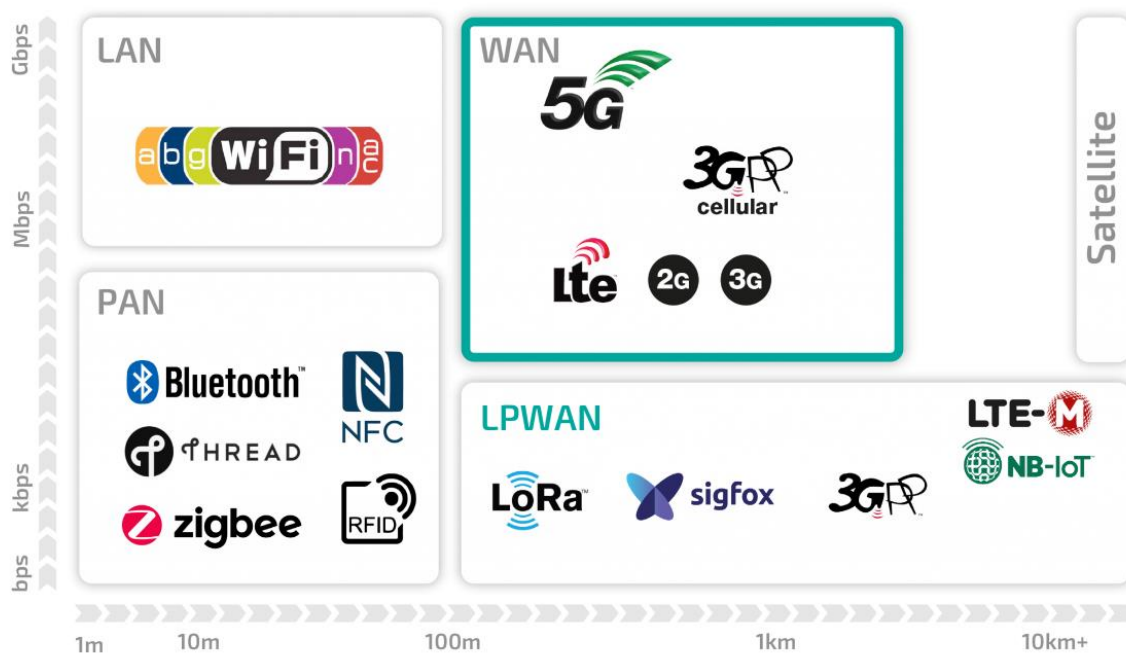
Mestá a regióny po celom svete prechádzajú v súčasnosti hlbokou transformáciou, v ústredí ktorej ležia dáta ako základný stavebný blok inteligentného rozvoja. Informácie s najväčšou pridanou hodnotou však zostávajú doteraz ukryté v každodenných udalostiach, pre ktoré neexistoval jednoduchý a presný spôsob ich zberu a využitia. Rozvoj moderných technológií však začiatkom 21. storočia dosiahol úroveň umožňujúcu nielen zaznamenávanie týchto mestských a regionálnych javov, ale aj ich využitie kreatívnymi spôsobmi preukázateľne zlepšujúcimi kvalitu života spoločnosti. V tomto dokumente bola predstavená infraštruktúra IoT ako sieť navzájom prepojených senzorov, zariadení a sietí, prostredníctvom ktorých je možné život v samosprávach vyjadriť v číslach a vytvoriť tak doteraz bezprecedentný obraz o živote v území s dôrazom na jeho výzvy. Dáta o udalostiach získané z IoT a ich využitie majú potenciál zlepšiť nielen hospodárenie v mnohých oblastiach verejnej správy, ako napr. odpadové hospodárstvo, verejné osvetlenie, mobilita, energetická efektívnosť, ale aj šetriť naše životné prostredie a zvyšovať komfort samotných obyvateľov. Analýza dát taktiež môže podnietiť vznik nových podnikateľských príležitostí, iniciovať efektívnejšie využívanie zdrojov pri dosahovaní trvalo udržateľného rozvoja a najmä inšpirovať občanov rozhodovať sa na ich základe. Navyše, kombináciou IoT dát a priestorových dát je možné vytvoriť inteligentné mestské a regionálne platformy, ktoré zobrazujú deje v území v reálnom čase a uľahčujú rozhodovanie o vývoji a reakcii na neočakávané situácie. Úspešná integrácia týchto (a iných) druhov dát vytvára základy pre skutočné budovanie inteligentných miest a regiónov. Implementácia funkčnej, robustnej, bezpečnej a efektívnej IoT infraštruktúry predstavuje pre Slovenskú republiku veľkú výzvu na najbližšie roky, ktorá však bude prinášať úžitok s výhľadom do ďalekej budúcnosti. Za účelom dosiahnutia tohto cieľa je principiálna spolupráca štátnej správy a samosprávy. Akčný plán inteligentných miest a regiónov na roky 2023 – 2026 vytýčil cieľ národného koordinátora MIRRI SR pripraviť metodický manuál pre samosprávy na vytvorenie interoperabilného prostredia pre zber, analýzu a využitie týchto dát. Samotná inštalácia tejto technológie a rozhodovanie sa na základe dát však ostane v réžii územných samospráv. Otvorený dialóg a partnerský vzťah nielen medzi vládnymi inštitúciami a samosprávami, ale aj so samotnými občanmi (princíp participácie), sú pre inteligentný rozvoj slovenských miest a regiónov kľúčové. Spolupráca je totiž nevyhnutná nielen pre prekonanie technologických výziev, ale aj pre zabezpečenie stavu, keď výhody inteligentného rozvoja pocíti každá komunita v celej svojej rozmanitosti.

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK

APDTS – Akčný plán digitálnej transformácie Slovenska na roky 2023 – 2026
API – Rozhranie pre programovanie aplikácií (Application Programming Interface)
Cat-M1 – Long Term Evolution Category 1
CS – Občianska participácia na vedeckom výskume
EK – Európska komisia
ESA – Európska vesmírna agentúra
EŠIF - Európske štrukturálne a investičné fondy
EUI – Európska mestská iniciatíva
EÚ – Európska únia
GIS – Geografický informačný systém
IKT – Informačno-komunikačné technológie
IoT – Internet vecí
IUI – Integrované územné investície
KPI – Kľúčový ukazovateľ výkonnosti
LoRaWAN – Long Range Wide Area Network
MIRRI SR – Ministerstvo investícií, regionálneho rozvoja a informatizácie Slovenskej republiky
MSP – Malé a stredné podniky
NB-IoT – Narrowband-Internet of Things
NKIVS – Národná koncepcia informatizácie verejnej správy
POO – Plán obnovy a odolnosti
PPP – Verejno-súkromné partnerstvá
SR – Slovenská republika
VÚC – Vyšší územný celok

Príloha č. 1 – Internet internetu vecí

IoT sa skladá zo širokej škály zariadení a technológií, ktoré sú pripojené k internetu a navzájom komunikujú. Systémy IoT využívajú rôzne sieťové technológie v závislosti od faktorov, ako sú špecifické požiadavky aplikácie, dosah, spotreba energie a rýchlosť prenosu dát. Diskutovaním o sieťach a ich výhodách a nevýhodách v kontexte IoT môžu samosprávy prijímať efektívne rozhodnutia týkajúce sa napr. prepajiteľnosti zariadení, prenosu údajov, škálovateľnosti, bezpečnosti či interoperability. To v konečnom dôsledku vedie k efektívnejšiemu a spoľahlivejšiemu nasadeniu IoT, ktorý dokáže naplno využiť potenciál pripojených zariadení. Príklad najvhodnejšej siete sa totiž môže líšiť v závislosti od polohy mesta či obce, oblasti využitia (napr. mobilita, odpadové hospodárstvo či energetika), druhu využívaných senzorov a druhu odosielaných/prijímaných dát.



Obr. 29: Porovnanie sietí z hľadiska parametrov rýchlosti prenosu a dosahu. Zdroj: <https://www.wirelesslogic.com/iot-technology/5g/>

Najdôležitejšie vlastnosti sietí, na ktoré je pri obstarávaní technológie potrebné dávať dôraz sú:

- **Pripojenie a dostupnosť** - zariadenia internetu IoT sa pri výmene údajov a informácií spoliehajú na sieťové pripojenie. Pochopením rôznych sieťových možností a topológií si zainteresované strany v rámci IoT môžu vybrať najvhodnejšie riešenie pripojenia pre ich špecifické požiadavky. Správna sieťová infraštruktúra zaisťuje, že zariadenia môžu bezproblémovo a spoľahlivo komunikovať, čo umožňuje zber, prenos a analýzu údajov.
- **Prenos údajov a komunikácia** - komunikačné protokoly a sieťové architektúry zaisťujú, že dáta sa prenášajú medzi zariadeniami, dátovými uzlami či cloudovými platformami presne a efektívne. Protokoly definujú, ako sa údaje formátujú, balia, prenášajú a prijímajú v sieťach IoT. Ich pochopením môžeme optimalizovať komunikáciu zariadení, napr. kompresiou a šifrovaním údajov. Efektívne komunikačné protokoly pomáhajú minimalizovať preťaženie siete, znižujú využitie šírky pásma a zlepšujú celkový výkon.
- **Škálovateľnosť** – schopnosť sietí vyhovovať rastúcemu počtu pripojených zariadení a senzorov nazývame škálovateľnosť. Siete tohto druhu umožňujú technológii IoT rásť a prispôbovať sa bez toho, aby bol ohrozený výkon alebo spoľahlivosť. Škálovateľné siete musia byť schopné

efektívne spracovávať obrovské množstvo údajov bez toho, aby boli preťažené. Dokážu sa prispôbiť rastúcemu objemu dát a prenosu, čím zaisťujú plynulý tok dát medzi zariadeniami, bránami a koncovými systémami.

- **Bezpečnosť** – bezpečnosť siete má v prostredí IoT prvoradý význam. Zariadenia a siete IoT môžu byť zraniteľné voči kybernetickým hrozbám, preto je mimoriadne dôležité venovať pozornosť bezpečnostným úvahám. Bezpečná sieť umožňuje implementáciu robustných opatrení na zamedzenie neoprávneného prístupu a následnému úniku či narušeniu dát ako napr. autentifikácia, šifrovanie, kontrola prístupu a monitorovanie.
- **Interoperabilita** – bezproblémová komunikácia a interakcia zariadení je základom spoľahlivej IoT infraštruktúry. Štandardizované sieťové protokoly a rámce umožňujú dosiahnutie interoperability nielen medzi zariadeniami, ale aj platformami a inými technológiami. Technológia IoT zahŕňa rôznorodú škálu zariadení od rôznych výrobcov, z ktorých každé má svoje vlastné komunikačné protokoly, dátové formáty a rozhrania. Interoperabilita zabezpečuje, že tieto zariadenia môžu bezproblémovo komunikovať a spolupracovať bez ohľadu na ich rozdiely.
- **Edge computing** – predstavuje spracovanie a analýzu údajov bližšie k zdroju alebo okraju siete, čím sa znižuje oneskorenie pri prenose údajov do centralizovaného cloudu alebo servera na spracovanie. Ide o kľúčovú vlastnosť v kontexte aplikácií IoT citlivých na čas, ktoré si vyžadujú rozhodovanie v reálnom čase, ako sú napr. autonómne vozidlá, priemyselná automatizácia alebo monitorovanie zdravotného stavu obyvateľov. Spracovanie údajov prostredníctvom edge computing umožňuje získať kritické poznatky pri rozhodovaní.

Medzi príklady najčastejšie využívaných sietí vo svete IoT patria:

1. **Wi-Fi:** Wi-Fi je široko používaná sieťová technológia, ktorej najväčšou výhodou je takmer všadeprítomné pripojenie, ktoré je dostupné v domácnostiach, kanceláriách a verejných priestoroch. Wi-Fi podporuje vysoké rýchlosti prenosu dát, čo umožňuje rýchlu a efektívnu komunikáciu medzi zariadeniami. To je výhodné najmä pre aplikácie, ktoré vyžadujú prenos dát v reálnom čase, ako je streamovanie videa, hlasová komunikácia a diaľkové ovládanie zariadení. Vysokorýchlostné pripojenie Wi-Fi zaisťuje plynulé a citlivé interakcie medzi zariadeniami internetu vecí, zlepšuje používateľskú skúsenosť a umožňuje používať aplikácie citlivé na čas. Veľká množina zariadení IoT je navrhnutá tak, aby podporovali Wi-Fi, čo umožňuje jednoduchú integráciu (resp. pripojenie). Od smartfónov a tabletov až po inteligentné domáce zariadenia a priemyselné senzory, Wi-Fi poskytuje spoločné riešenie pripojenia pre širokú škálu aplikácií internetu vecí. Siete Wi-Fi môžu taktiež podporovať veľké množstvo zariadení súčasne. Prístupové body k tejto sieti môžu byť rozmiestnené strategicky, aby poskytovali pokrytie na väčšej ploche, pojali väčšie množstvo zariadení a podľa potreby rozšírili kapacitu siete. Ponúkajú pokročilé funkcie zabezpečenia a šifrovacie protokoly, ako napríklad WPA2 (Wi-Fi Protected Access II) a WPA3, ktoré zaisťujú bezpečný prenos dát. Tieto bezpečnostné opatrenia pomáhajú chrániť zariadenia internetu vecí a údaje, ktoré si vymieňajú, pred neoprávneným prístupom a potenciálnym narušením bezpečnosti. Implementáciou robustných bezpečnostných protokolov poskytuje Wi-Fi bezpečný komunikačný kanál pre zariadenia internetu vecí, čím rieši obavy týkajúce sa ochrany súkromia a integrity údajov.
2. **Bluetooth:** Ide o bezdrôtovú technológiu krátkeho dosahu, ktorá sa používa pre aplikácie IoT, ako je napr. pripojenie smartfónov k nositeľnej elektronike, inteligentným domácim zariadeniam či rôznym mestským bodom záujmu (napr. mestská fontána môže zaznamenávať počet ľudí, ktorí denne prejdú okolo nej). Ide o energeticky efektívnu sieť ideálnu pre

zariadenia s nízkou spotrebou energie (prípadne pre zariadenia, ktoré sú napájané batériou) vyžadujúce komunikáciu na krátku vzdialenosť. Bluetooth vyniká v komunikácii na krátku vzdialenosť, zvyčajne do 100 metrov. Ide taktiež o široko používanú technológiu, s ktorou je interoperabilných väčšina moderných elektronických zariadení. Zariadenia využívajúce sieť Bluetooth možno jednoducho spárovať a pripojiť bez zložitých postupov nastavenia. Mnoho zariadení s podporou Bluetooth podporuje rýchle metódy párovania, ako je NFC (Near Field Communication) alebo skenovanie QR kódu, vďaka čomu je pre používateľov jednoduché pripojenie a konfigurácia zariadení IoT. Táto jednoduchosť nastavenia zlepšuje používateľskú skúsenosť a znižuje prekážky pri adopcii. Sieť obsahuje rôzne bezpečnostné opatrenia na ochranu prenosu dát medzi zariadeniami. Podporuje šifrovacie a autentifikačné protokoly na zaistenie bezpečnej komunikácie, čím sa znižuje riziko neoprávneného prístupu a narušenia údajov. Čipy a moduly Bluetooth sú navyše dostupné za prijateľné ceny, vďaka čomu sú dostupné pre širokú škálu aplikácií a prípadov použitia IoT.

- 3. Zigbee:** Štandard bezdrôtovej komunikácie s nízkou spotrebou energie a nízkou rýchlosťou prenosu údajov určený na komunikáciu na krátke vzdialenosti medzi zariadeniami. Bežne sa používa v aplikáciách, ako je domáca automatizácia, priemyselné riadenie a systémy riadenia energie. Zigbee využíva sieťovú topológiu mesh, kde zariadenia môžu fungovať ako koncové body, aj ako smerovače. To vytvára samoopravujúcu sa sieť, v ktorej môžu byť správy smerované cez viacero zariadení, čím je zabezpečená spoľahlivá komunikácia, aj keď jednotlivé zariadenia zlyhajú alebo sú mimo dosahu. Táto schopnosť Zigbee zvyšuje pokrytie a spoľahlivosť IoT, vďaka čomu je vhodná pre rozsiahle nasadenia alebo prostredia s prekážkami, prípadne rušením signálu. Sieť pracuje vo frekvenčnom pásme 2,4 GHz a ponúka typický dosah až 10-100 metrov v závislosti od prostredia a podmienok signálu. Ide o dostatočný rozsah pre väčšinu súčasných aplikácií IoT vrátane inteligentných domácností, budov a priemyselných prostredí. Zigbee využíva moduláciu DSSS (direct-sequence spread spectrum) a má zabudované mechanizmy na zmiernenie rušenia z iných bezdrôtových zariadení pracujúcich v rovnakom frekvenčnom pásme. Môže koexistovať s inými bezdrôtovými technológiami, ako sú Wi-Fi a Bluetooth, bez výrazných problémov s rušením. Vďaka tomu je Zigbee vhodnou voľbou pre nasadenie IoT v prostrediach s viacerými bezdrôtovými zariadeniami a sieťami. Poskytuje bezpečnostné funkcie na zabezpečenie dôvernosti a integrity dát prenášaných medzi zariadeniami a podporuje rôzne bezpečnostné opatrenia vrátane šifrovania, autentifikácie a protokolov správy kľúčov. Zigbee je priemyselný štandardný protokol riadený Zigbee Alliance a zabezpečujúci kompatibilitu a interoperabilitu medzi rôznymi zariadeniami certifikovanými Zigbee. Táto štandardizácia umožňuje bezproblémovú integráciu zariadení Zigbee od rôznych výrobcov, čo používateľom umožňuje vytvárať rôzne ekosystémy internetu vecí so zariadeniami od rôznych výrobcov.
- 4. Z-Wave:** Z-Wave je ďalší bezdrôtový komunikačný protokol primárne používaný pre aplikácie domácej automatizácie. Funguje na nižších frekvenciách ako Wi-Fi alebo Bluetooth, čo umožňuje dlhší dosah a lepšiu penetráciu cez steny a prekážky. Pracuje vo frekvenčnom pásme pod 1 GHz, zvyčajne okolo 900 MHz, čo poskytuje lepší dosah a prienik v porovnaní s vyššími frekvenčnými pásmami, ako je 2,4 GHz, ktoré používajú Wi-Fi a Zigbee. Z-Wave disponuje dosahom až 30 metrov v interiéri a až 100 metrov v exteriéri, vďaka čomu je vhodný pre rezidenčné a komerčné aplikácie. Funguje na vyhradenom frekvenčnom pásme oddelenom od bežných Wi-Fi, Bluetooth a Zigbee frekvencií. To znižuje pravdepodobnosť rušenia inými bezdrôtovými zariadeniami a zaisťuje spoľahlivú komunikáciu v rámci siete Z-Wave. Vyhradené frekvenčné pásmo poskytuje vyššiu úroveň odolnosti voči rušeniu signálu, výsledkom čoho je konzistentné a neprerušované pripojenie. Obsahuje bezpečnostné opatrenia na ochranu dát prenášaných medzi zariadeniami. Využíva 128-bitové šifrovanie AES, ktoré zaisťuje dôvernosť a integritu údajov. Zariadenia Z-Wave tiež podporujú výmenu kľúčov v celej sieti pre bezpečné

párovanie a komunikáciu. Tieto bezpečnostné funkcie pomáhajú chrániť zariadenia internetu vecí a údaje, ktoré si vymieňajú, čím riešia obavy o súkromie a bezpečnosť dát. Rovnako ako Zigbee, aj Z-Wave využíva sieťovú topológiu typu mesh, ktorá zvyšuje pokrytie a spoľahlivosť IoT sietí a zabezpečuje spoľahlivú komunikáciu, aj keď jednotlivé zariadenia zlyhajú alebo sú mimo dosahu. Z-Wave je štandardizovaná technológia riadená Z-Wave Alianciou, ktorá zabezpečuje kompatibilitu a interoperabilitu medzi rôznymi zariadeniami s certifikáciou Z-Wave. Táto štandardizácia umožňuje bezproblémovú integráciu zariadení Z-Wave od rôznych výrobcov, čo používateľom umožňuje vytvárať ekosystémy IoT so zariadeniami s diferentným pôvodom. Zariadenia Z-Wave prechádzajú prísnyimi certifikačnými procesmi, aby sa zabezpečilo dodržiavanie noriem a interoperabilita.

- 5. Mobilné siete:** IoT zariadenia sa môžu k internetu pripojiť aj pomocou mobilných sietí, ako sú 3G, 4G a čoraz častejšie aj 5G. Poskytujú rozsiahle pokrytie v mestských, prímestských a vidieckych oblastiach. Využívajú existujúcu infraštruktúru a poskytujú konektivitu v širokom spektre lokalít, vďaka čomu sú vhodné pre nasadenie IoT v rôznych prostrediach. Toto široké pokrytie zaisťuje, že IoT zariadenia môžu zostať pripojené, aj keď sa nachádzajú ďaleko od iných miestnych sietí. Mobilné siete umožňujú IoT zariadeniam mať globálnu konektivitu. Vďaka možnostiam roamingu sa zariadenia internetu vecí môžu bez problémov pripojiť k celulárnym sieťam v rôznych krajinách, čo umožňuje medzinárodné nasadenie a celosvetovú konektivitu. To je výhodné najmä pre aplikácie, ktoré vyžadujú, aby zariadenia IoT fungovali cez hranice alebo v globálnych dodávateľských reťazcoch. Ponúkajú spoľahlivú a nepretržitú konektivitu, sú navrhnuté tak, aby zvládali veľké objemy prevádzky a poskytovali robustnú infraštruktúru na prenos dát. Mobilné siete sú vysoko škálovateľné a môžu pojať veľké množstvo zariadení internetu vecí. Bunková infraštruktúra je navrhnutá tak, aby zvládala simultánne pripojenia z mnohých zariadení, vďaka čomu je vhodná pre nasadenia, ktoré zahŕňajú rozsiahle zapojenie zariadení internetu vecí. S rastúcim počtom zariadení internetu vecí môžu mobilné siete ľahko zvládnuť rastúci dopyt. Poskytujú vstavané bezpečnostné funkcie na ochranu údajov prenášaných medzi zariadeniami internetu vecí a sieťou. Využívajú šifrovacie a autentifikačné mechanizmy na zaistenie bezpečnej komunikácie, čím sa znižuje riziko narušenia údajov a neoprávneného prístupu. Toto je obzvlášť dôležité pre aplikácie IoT, ktoré zahŕňajú citlivé údaje alebo kritické operácie. V skratke, tieto výhody robia z mobilných sietí životaschopnú možnosť pre nasadenia IoT, ktoré vyžadujú pokrytie širokej oblasti, mobilitu, škálovateľnosť a spoľahlivé pripojenie na rôznych miestach.
- 6. LoRaWAN:** Long Range Wide Area Network (ďalej len „LoRaWAN“) umožňuje komunikáciu na veľké vzdialenosti, čo umožňuje IoT zariadeniam prenášať dáta na niekoľko kilometrov v otvorených priestoroch. Vďaka tomu je vhodný pre aplikácie vyžadujúce pripojenie na veľké vzdialenosti, ako sú inteligentné mestá, inteligentné poľnohospodárstvo a priemyselné monitorovanie. Táto vlastnosť LoRaWAN znižuje potrebu rozsiahleho nasadzovania infraštruktúry a umožňuje nákladovo efektívne pripojenie v rozsiahlych oblastiach. Je navrhnutá pre aplikácie IoT s nízkou spotrebou, čo umožňuje zariadeniam na batérie pracovať po dlhú dobu. Pracuje vo frekvenčnom rozsahu pod 1 GHz, čo poskytuje vynikajúci prienik signálu cez steny, budovy a iné prekážky. To umožňuje spoľahlivú komunikáciu v náročných prostrediach vrátane mestských oblastí a priemyselných prostredí. Schopnosť LoRaWAN preniknúť do hustých štruktúr zaisťuje konektivitu aj v oblastiach s fyzickými bariérami, ktoré by mohli brániť iným bezdrôtovým technológiám. Podporuje rozsiahle nasadenia IoT s tisíckami alebo dokonca miliónmi zariadení vďaka hviezdicovej sieťovej architektúre. LoRaWAN je otvorený štandard a jeho frekvenčné pásma sú celosvetovo dostupné, čo umožňuje celosvetové prijatie a interoperabilitu. To umožňuje bezproblémové nasadenie zariadení v rôznych regiónoch a krajinách, vďaka čomu je vhodný pre globálne aplikácie internetu vecí alebo nasadenia, ktoré vyžadujú cezhraničné pripojenie. LoRaWAN taktiež

predstavuje aktívnu komunitu a ekosystém poskytovateľov hardvéru a softvéru, čo uľahčuje hľadanie kompatibilných zariadení, brán a sieťových serverov. Povaha LoRaWAN riadená komunitou podporuje inovácie, zdieľanie znalostí a spoločný vývoj riešení internetu vecí.

7. **NB-IoT:** Narrowband IoT (ďalej len „NB-IoT“) a LTE Cat-M1 je mobilná technológia špeciálne navrhnutá pre širokopásmové aplikácie internetu vecí s nízkou spotrebou energie. V porovnaní s tradičnými mobilnými sieťami ponúka lepšie pokrytie a dlhšiu výdrž batérie (až do dĺžky 10 rokov). Poskytuje vynikajúce pokrytie aj v odľahlých alebo ťažko dostupných oblastiach. Ponúka väčší dosah a penetráciu v porovnaní s tradičnými mobilnými sieťami, čo umožňuje zariadeniam internetu vecí pripojiť sa na miestach so slabým signálom. Toto rozšírené pokrytie je výhodné pre aplikácie, ktoré vyžadujú pripojenie vo vidieckych oblastiach, podzemných prostrediach alebo na iných náročných miestach. Podporuje masívne nasadenia internetu vecí s veľkým počtom zariadení na bunku siete. Dokáže spracovať tisíce až milióny zariadení na bunku, vďaka čomu je vhodný pre aplikácie zahŕňajúce vysokú hustotu zariadení internetu vecí, ako sú inteligentné mestá, priemyselná automatizácia a monitorovanie poľnohospodárstva. Obsahuje funkcie na zaistenie bezpečnej komunikácie medzi zariadeniami IoT a sieťou. Podporuje šifrovacie a autentifikačné mechanizmy, chráni prenos dát a zabraňuje neoprávnenému prístupu alebo manipulácii s dátami.

8. **LTE Cat-M1:** LTE Cat-M1 (ďalej len „Cat-M1“) je taktiež mobilná sieť podobná NB-IoT. V porovnaní s ňou ponúka vo všeobecnosti rýchlejší prenos dát a je vhodnejšia pre aplikácie IoT, ako napríklad sledovanie majetku a kamerové systémy. Okrem prenosu dát však podporuje aj hlasovú komunikáciu. Táto funkcia umožňuje použitie aplikácií IoT, ktoré vyžadujú hlasové funkcie, ako sú napríklad nositeľné zariadenia s podporou hlasu či iné núdzové komunikačné zariadenia a platformy. Je vhodná taktiež pre mobilné zariadenia, čo znamená, že umožňuje zariadeniam internetu vecí udržiavať konektivitu počas pohybu. Cat-M1 je navrhnutá tak, aby fungovala v rámci existujúcich mobilných sietí, čo umožňuje jednoduché nasadenie a integráciu so starou infraštruktúrou. Využíva rovnakú sieťovú architektúru a infraštruktúru ako tradičné mobilné siete, čo z nej robí pohodlnú voľbu pre inováciu existujúcich nasadení IoT alebo prechod zo starších technológií. Podporuje mechanizmy kvality služieb, čo umožňuje diferencované služby a prioritizáciu dátovej prevádzky. Výhodou je potom optimalizovaný prenos údajov, najmä pre aplikácie, ktoré vyžadujú nízku latenciu a komunikáciu v reálnom čase.

Príloha č. 2 – Nové trendy v zbere a spracovaní priestorových dát

V dnešnej dobe je zber a spracovanie priestorových dát pre verejné účely stále dôležitejšie. S rastúcou populáciou a urbanizáciou sa zvyšuje aj potreba správneho a efektívneho plánovania a riadenia mestských a vidieckych oblastí. Vývoj nových technológií umožňuje zber a spracovanie priestorových dát rýchlejšie a s vysokou presnosťou. V tejto časti je popísaných niekoľko významných konceptov, ako napr. dobrovoľné priestorové informácie (volunteered geographic information - VGI), občianska participácia na vedeckom výskume (citizen science), mapovanie katastrof a diaľkový prieskum Zeme s využitím Copernicus programu⁵¹ (projekt v spolupráci ESA⁵², EK⁵³ a ďalších partnerov).

Komunitné mapovanie a dobrovoľné priestorové informácie

Dnes reálne čelíme hrozbám klimatických zmien s dopadom na našu spoločnosť. Ak by sme chceli byť pripravení a konať vo viacerých otázkach súvisiacich s týmito hrozbami, mali by sme svoje rozhodnutie založiť na kvalitných údajoch. Údaje často nie sú prístupné z niekoľkých dôvodov, ako je ich nedostatok alebo právne problémy. Ak chceme robiť rozhodnutia a predpovede o hrozbách, mali by sme byť schopní zbierať a zverejňovať otvorené dáta pre otvorenú spoločnosť, kde môže mať ktokoľvek prístup k dátam a tým urýchliť rozhodovanie. Jednou z moderných aktivít je komunitné mapovanie, kde sa vytvára typ priestorových dát, tzv. dobrovoľné priestorové údaje (VGI), ktoré definoval v roku 2007 Michael F. Goodchild⁵⁴ s cieľom opísať fenomén odkazujúci na široké zapojenie veľkého počtu jednotlivcov, často bez akejkoľvek formálnej kvalifikácie, do tvorby geografických informácií. Tento proces môžeme nazvať komunitným mapovaním (Community mapping - CM), ktorý pomáha ľuďom priamo sa zapojiť do rozvoja ich komunity. Povzbudzuje ich, aby zvážili, čo môžu spraviť pre seba predtým, ako vyhľadajú pomoc inde.

CM možno definovať aj ako kombináciu nástrojov a metód, ako je definícia problémov, vytváranie dátového modelu, mapovanie v teréne a otvorené mapovanie (pomocou databázy OpenStreetMap). Môžeme tak pomôcť organizáciám splniť množstvo cieľov a požiadaviek: dostať kvalitné otvorené dáta; identifikovať nové zdroje; zabrániť duplicitu služieb a zdrojov; kultivovať nové partnerstvá a vzťahy; poskytovať informácie naprieč organizáciami; povzbudzovať spoluprácu; zvýšiť záujem voči veciam verejným a pod.

Prečo OpenStreetMap a terénne mapovanie?

OpenStreetMap (OSM)⁵⁵ je bezplatná, otvorená a upraviteľná mapa sveta (ako keď spojíte Wikipediú a Google). Ľudia (jednotlivci, organizácie, vlády) pridávajú údaje na platformu nahrávaním už existujúcich otvorených licencovaných mapových údajov alebo čerpaním nových mapových údajov zo satelitných snímok. Hlavné dôvody, prečo prispievať definuje N. M. Cowan (2020): *“Podpora spolupráce a zdieľanie otvorených údajov; Rozšírenie dostupnosti a kvality otvorených geopriestorových údajov; Zlepšenie možnosti práce s geopriestorovými údajmi pre každého vrátane členov miestnej komunity, ale aj vlády, mimovládnych organizácií, vzdelávania, ...”*⁵⁶

Terénne mapovanie môžeme poskytnúť niekoľkými spôsobmi a nástrojmi. Väčšinou sa odporúča používať open source⁵⁷ nástroje (voľne šíriteľný a modifikovateľný softvér) na terénne mapovanie,

⁵¹ COPERNICUS PROGRAM. [online]. Dostupné na: <https://www.copernicus.eu/sk/o-programe-copernicus>

⁵² ESA – Európska vesmírna agentúra

⁵³ EK – Európska komisia

⁵⁴ GOODCHILD, M.F. 2007. Citizens as sensors: the world of volunteered geography. GeoJournal 69, 211–221. [online]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1007/s10708-007-9111-y>

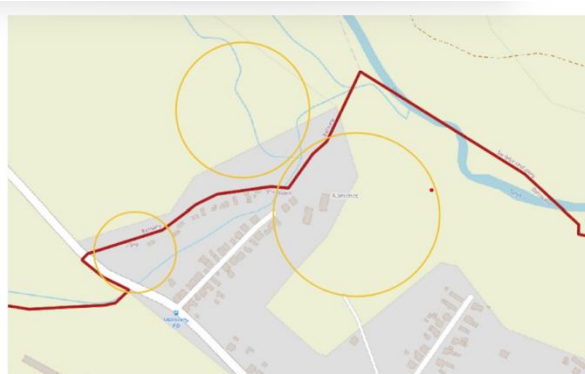
⁵⁵ OpenStreetMap. [online]. Dostupné na: <https://www.openstreetmap.org/>

⁵⁶ COWAN, M., N. 2020. Mapathon - Roma Settlements - June 24, 2020. Presentation within CuRI Slovakia project.

⁵⁷ OSGEO 2023. The Open Source Geospatial Foundation. [online]. Dostupné na: <https://www.osgeo.org/>

ktoré môžu ponúknuť neobmedzené mapovacie funkcie a otvorené licencie, čím je ich utilizácia pre samosprávy výrazne dostupnejšia po finančnej stránke, ale aj z hľadiska licenčného použitia. Ak sme schopní skombinovať OpenStreetMap a terénne mapovanie, tak na konci môžeme mať kvalitné dáta zozbierané z terénu a používané ľuďmi a zainteresovanými stranami bez obmedzení v reálnom čase vo forme otvorených dát.

Príkladom je komunitné mapovanie rómskych sídiel v Prešovskom samosprávnom kraji z roku 2021.⁵⁸ Cieľom tejto aktivity bolo prostredníctvom metódy kvalifikovaného odhadu a komunitného mapovania získať kvalitné a aktuálne dáta o domovej a bytovej štruktúre v obci, o kvalite obývaných budov, ako aj vytvoriť konzistentné digitálne mapy technickej infraštruktúry vybraných obcí (Čičava, Dlhé Stráže, Krivany, Ostrovany, Varadka a Varhaňovce). Zozbierané údaje boli následne digitalizované, spracované do mapových výstupov a implementované do Plánov hospodárskeho a sociálneho rozvoja daných obcí. Pri definovaní problému sa vychádzalo z predpokladu, že tradičné mapovania a procesy (digitalizácia "od stola" či bežné štatistické zisťovania) pri manažmente krajiny nedokážu "sledovať" rozrastanie sídiel. Rovnako pretrváva nedostatok aktuálnych dát v mapách (budovy, infraštruktúra a pod.), prípadne aj nekompletnosť a konzistencia dát v populačných štatistikách.



Ostrovany v OSM 2020



Ostrovany v leteckej snímke GKÚ 2019

Obr. 30: Obec Ostrovany v OSM 2020, vs. Letecká snímka GKÚ 2019. Zdroj: <https://geopresovregion.sk/>

Postupne sa počas niekoľkých pracovných stretnutí spolu s expertmi navrhli metódy zberu dát v teréne a dátový model, ktorý sa spracoval v GIS, pričom sa využili open source a otvorené GIS nástroje pre prípravu projektov. Pri terénnom mapovaní sme sa stretli s niekoľkými zisteniami, ako napr. nesúlad súpisných čísel domov s referenčným registrom či s pomerne vysokým podielom domov bez fasád v niektorých obciach. Rovnako kaštieľ v obci Krivany, ako významná stavba, nebol zaznačený v mapových podkladoch. Zaujímavosťou bol aj relatívne vysoký podiel striech s eternitom – ako stavebným materiálom s nepriaznivým vplyvom na zdravie – v jednej z obcí bol tento podiel viac ako 23% zo všetkých budov, čo je pre obyvateľov a vedenie obce varovný signál, aby v budúcnosti zvážili výmenu týchto striech a možnosti jej financovania. Ďalším vážnym zistením bolo, že v istej obci je približne každá tretia obytná budova v nevyhovujúcom stave, tzn. predstavuje budovu núdzového bývania.

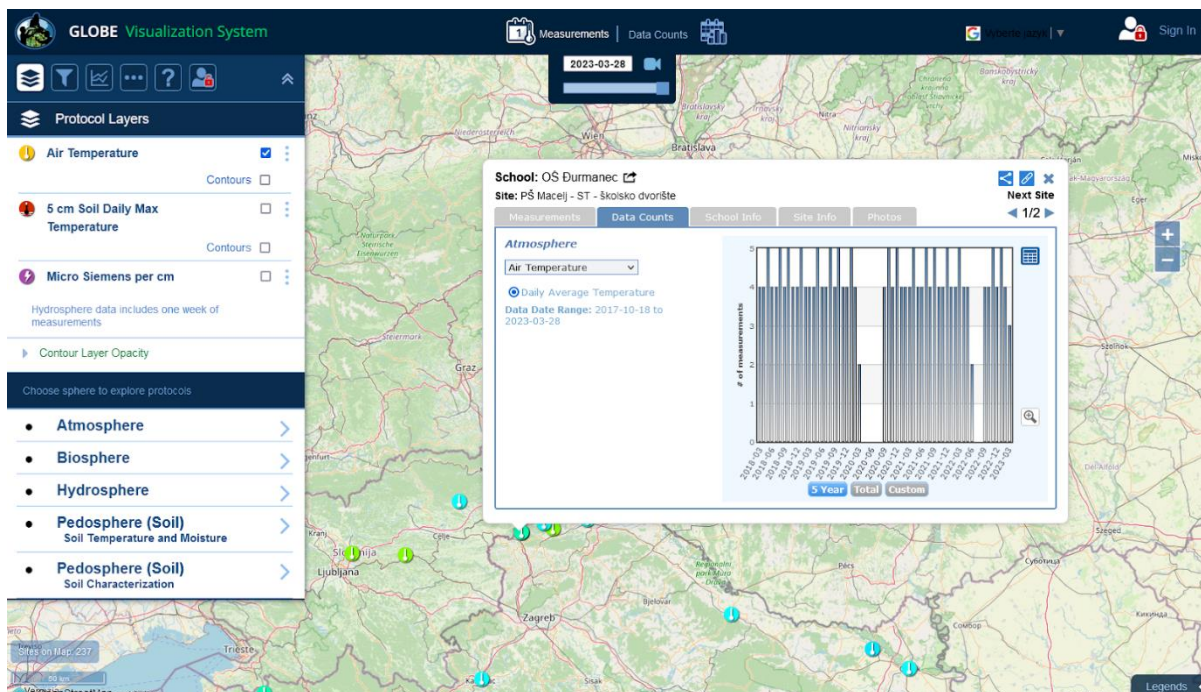
Občianska participácia na vedeckom výskume

Občianska participácia na vedeckom výskume (ďalej len „CS“) je koncept zahŕňajúci zapojenie verejnosti do procesov vedy a výskumu. V rámci CS môžu ľudia, ktorí nemajú vedecké vzdelanie, pomáhať pri zbere a analýze dát a podporovať tak výskum v rôznych oblastiach. Tento prístup

⁵⁸M. MICHALKO. (2021): Komunitné mapovanie – Chýbajúce priestorové dáta. [online]. Dostupné na: <https://geopresovregion.sk/home/2021/01/21/komunitne-mapovanie-chybajuce-priestorove-data/>

umožňuje zapojiť verejnosť do procesu tvorby vedomostí a môže byť využitý aj pri zbere a spracovaní priestorových dát.⁵⁹

V oblasti spracovania priestorových dát môže CS pomôcť pri mapovaní a sledovaní rôznych javov, ako sú napr. krajinné alebo klimatické zmeny. Jedným z príkladov projektu CS využívajúceho priestorové dáta je projekt GLOBE Observer⁶⁰, ktorý umožňuje používateľom zbierať dáta o počasí, kvalite ovzdušia alebo povrchu pôdy pomocou mobilnej aplikácie. Tieto dáta môžu byť použité na vedecké účely alebo na zlepšenie životného prostredia obyvateľov miest a obcí.



Obr. 31: GLOBE Observer. Zdroj: <https://observer.globe.gov/>

CS má množstvo výhod. Zapojenie verejnosti do procesov vedy môže podporiť záujem o vedecké oblasti a zvýšiť povedomie o aktuálnych vedeckých problémoch. CS tiež umožňuje získať dáta z oblastí, kde je ťažké alebo nákladné získať dáta pomocou tradičných metód. Okrem toho, CS môže podporiť participáciu obyvateľov a zlepšiť ich zapojenie do rozhodovacieho procesu⁶¹.

Výzvou pri používaní CS je, že dáta získané verejnosťou môžu byť neúplné alebo nepresné, čo môže mať vplyv na ich použiteľnosť pre vedecké alebo verejné účely. Okrem toho môže byť náročné spracovať a zlúčiť dáta od veľkého množstva rôznych používateľov. Preto je dôležité vytvoriť vhodné nástroje a metódy, ktoré umožnia overenie kvality dát a zabezpečia ich korektné spracovanie.

Diaľkové mapovanie ako zdroj verejných dát

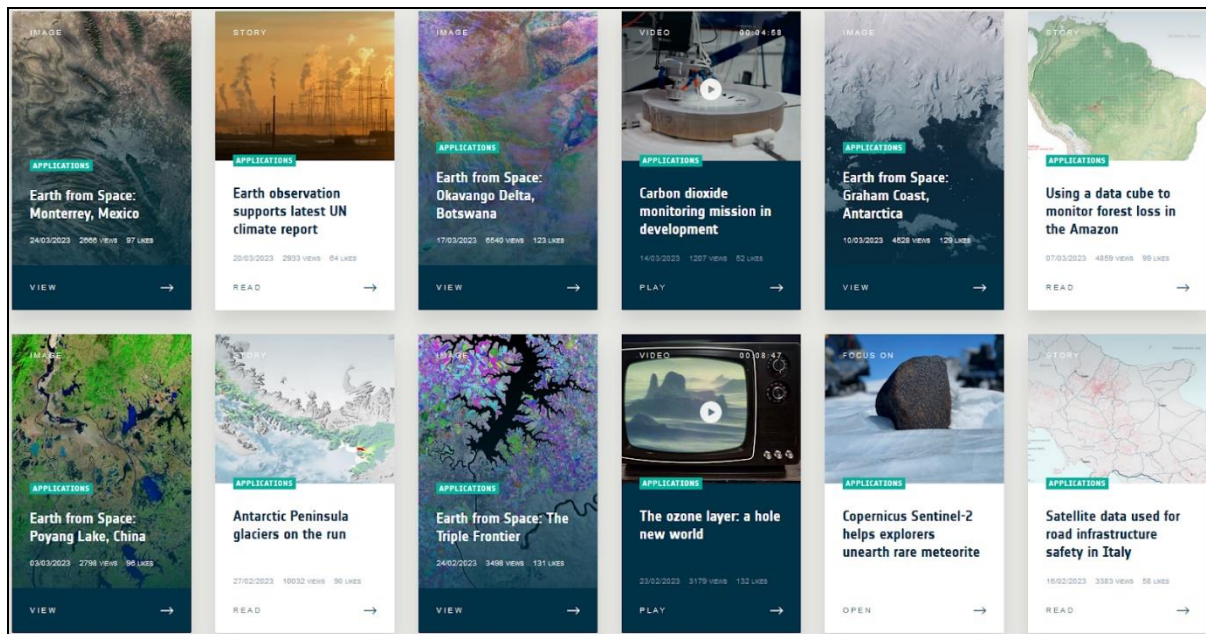
Remote Sensing alebo diaľkový prieskum Zeme je proces získavania informácií o Zemi pomocou diaľkového mapovania. Tento proces umožňuje získať informácie o krajine, klimatických podmienkach, zmenách v krajinej štruktúre a iných faktoroch, ktoré môžu ovplyvniť život na Zemi.

⁵⁹ HAKLAY, M. (2013). Citizen Science and Volunteered Geographic Information: Overview and Typology of Participation. In *Crowdsourcing Geographic Knowledge* (pp. 105-122). Springer. [online]. Dostupné na: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-4587-2_7

⁶⁰ GLOBE Observer. [online]. Dostupné na: <https://observer.globe.gov/>

⁶¹ HECKER, S., HAKLAY, M., BOWSER, A., MAKUCH, Z., VOGEL, J., & BONN, A. (2018). *Citizen Science: Innovation in Open Science, Society and Policy*. UCL Press. [online]. Dostupné na: <https://www.jstor.org/stable/j.ctv550cf2>

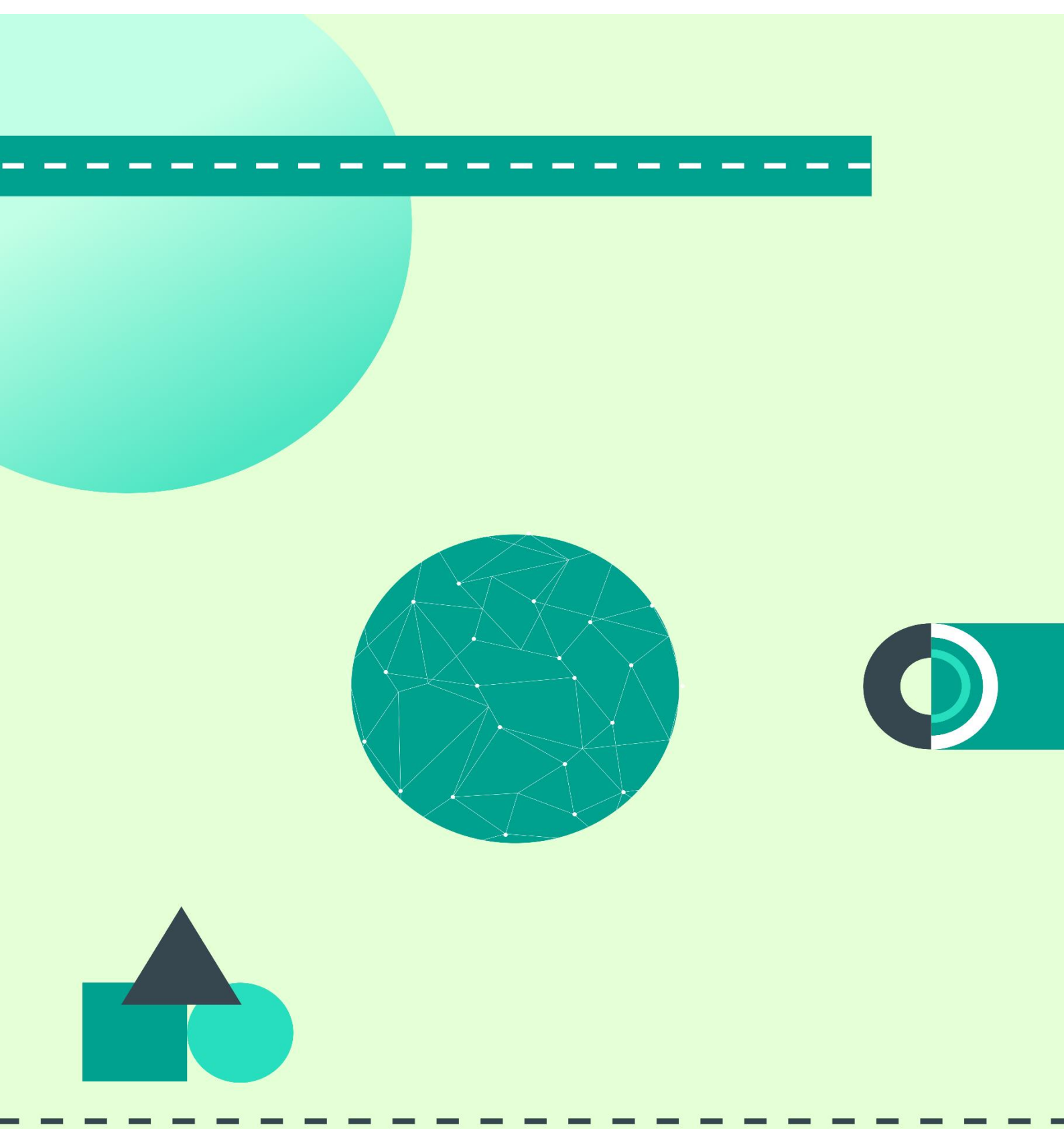
Jedným z príkladov je Copernicus Program⁶², ktorý umožňuje používateľom získavať informácie o Zemi z družíc a vytvárať mapy na základe týchto dát. Tieto mapy môžu byť použité na rôzne účely, ako napr. monitorovanie klimatických zmien a ich vplyvu na život na Zemi, sledovanie rozrastania mesta, ale aj pri plánovaní dopravných sietí, obnove po katastrofách, ochrane lesa či monitorovaní poľnohospodárskych aktivít či environmentálnych a humanitárnych udalostí. Na obrázku nižšie môžete nájsť niekoľko reálnych príkladov použitia:



Obr. 32: Copernicus Program. Zdroj:

https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus

⁶² ESA. The Copernicus Programme. 2021. [online]. Dostupné na: https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus



Tento projekt je podporený z Európskeho sociálneho fondu

WWW.SMARTCITY.GOV.SK | WWW.MIRRI.GOV.SK

SEKCIA INOVÁCIÍ A STRATEGICKÝCH INVESTÍCIÍ
MINISTERSTVO INVESTÍCIÍ, REGIONÁLNEHO ROZVOJA A INFORMATIZÁCIE SLOVENSKEJ REPUBLIKY