

Projekty internetu vecí (IoT)

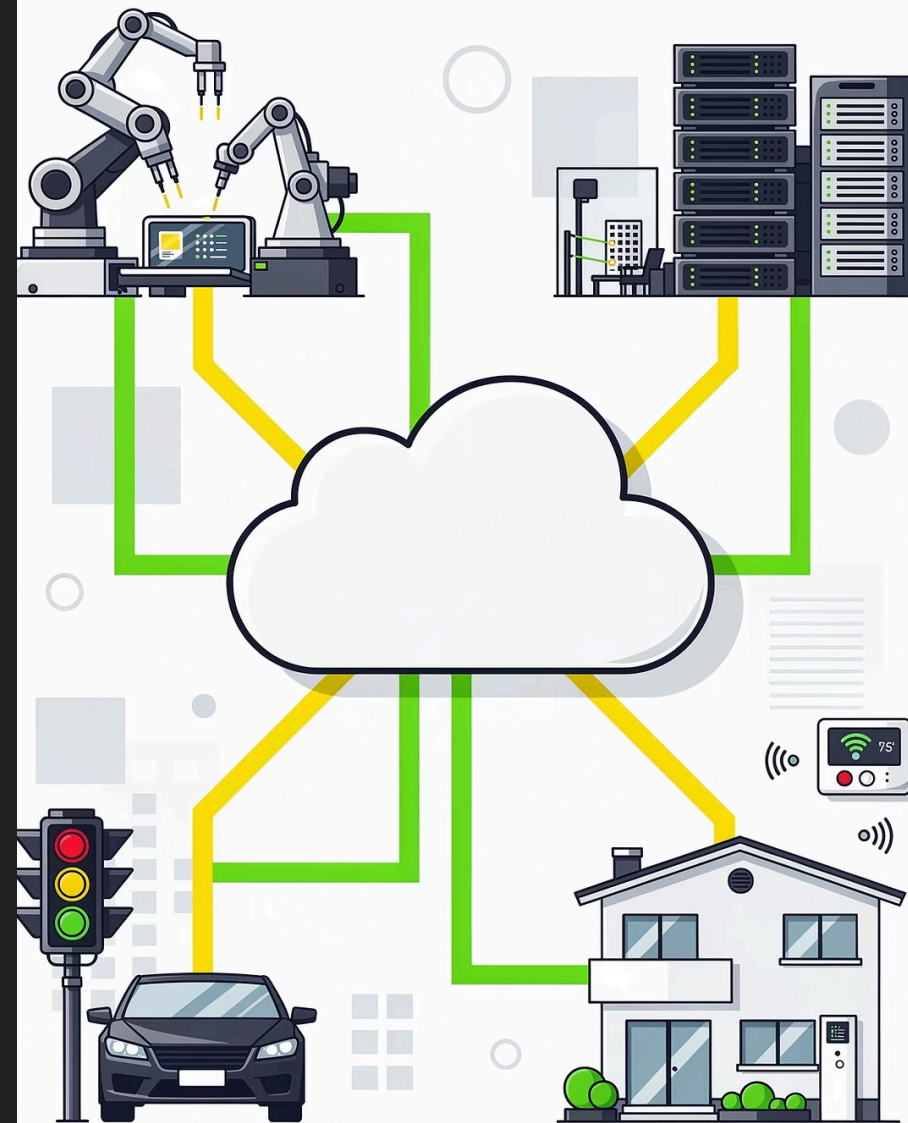
Komplexný študijný materiál pre pochopenie technických, implementačných a strategických aspektov IoT ekosystému

ÚVOD

Internet vecí: Od vízie k realite

Internet vecí prestáva byť len futuristickou víziou a stáva sa integrálnou súčasťou priemyselnej produkcie, správy mestských aglomerácií a moderného životného štýlu. V tejto koncepcii sa fyzické objekty vybavené elektronickými komponentmi a sieťovou konektivitou stávajú aktívnymi účastníkmi digitálneho ekosystému.

Tieto zariadenia generujú ohromné množstvo dát, ktorých spracovanie na hranici siete alebo v cloude poskytuje kritické informácie pre rozhodovacie procesy v reálnom čase. Dynamika tohto odvetvia je poháňaná klesajúcimi nákladmi na senzorku, rozširovaním 5G sietí a integráciou umelej inteligencie do analytických vrstiev.



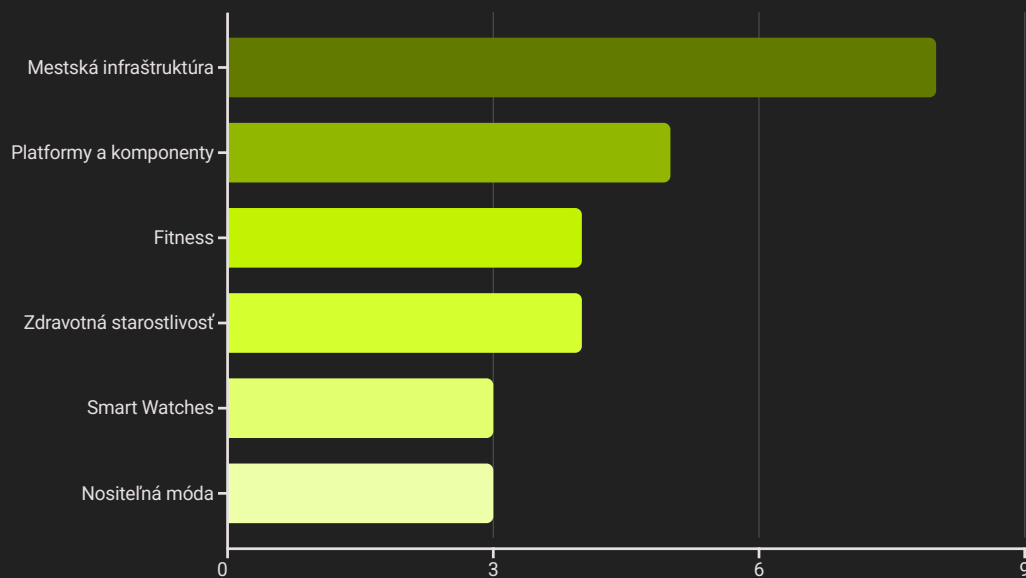
Globálny trh internetu vecí

Kľúčové kategórie trhu

Trh IoT je fragmentovaný do 15 hlavných kategórií, ktoré definujú smerovanie investícií a inovácií

- Domáca automatizácia (Home) – najvyšší počet firiem, vysoká spotrebiteľská penetrácia
- Zdravotná starostlivosť (Health Care) – stabilný nárast vďaka starnutiu populácie
- Energetika – tlak na efektivitu a udržateľnosť
- Používateľské rozhraní (UI) – najvyššie priemerné financovanie na firmu
- Mestská infraštruktúra – najzrelejší segment s mediánom 8 rokov

Zrelosť trhových segmentov IoT



Mestská infraštruktúra predstavuje najzrelejšiu kategóriu, čo indikuje, že projekty typu Smart City vyžadujú dlhodobú stabilitu a prešli už fázou počiatočného experimentovania.

Kategórie ako nositeľná móda a hodinky patria k najmladším s mediánom okolo troch rokov, čo naznačuje dynamický a rýchlo sa rozvíjajúci trh.

Geografické rozdelenie inovácií potvrdzuje dominanciu Spojených štátov amerických, ktoré vedú s výrazným náskokom pred Spojeným kráľovstvom a Kanadou.

SLOVENSKÝ KONTEXT

IoT ekosystém na Slovensku

89%

Pokrytie 5G sieťami

Operátori ako O2 dosahujú pokrytie populácie až 89%, čo vytvára robustnú bázu pre podnikové IoT vertikály

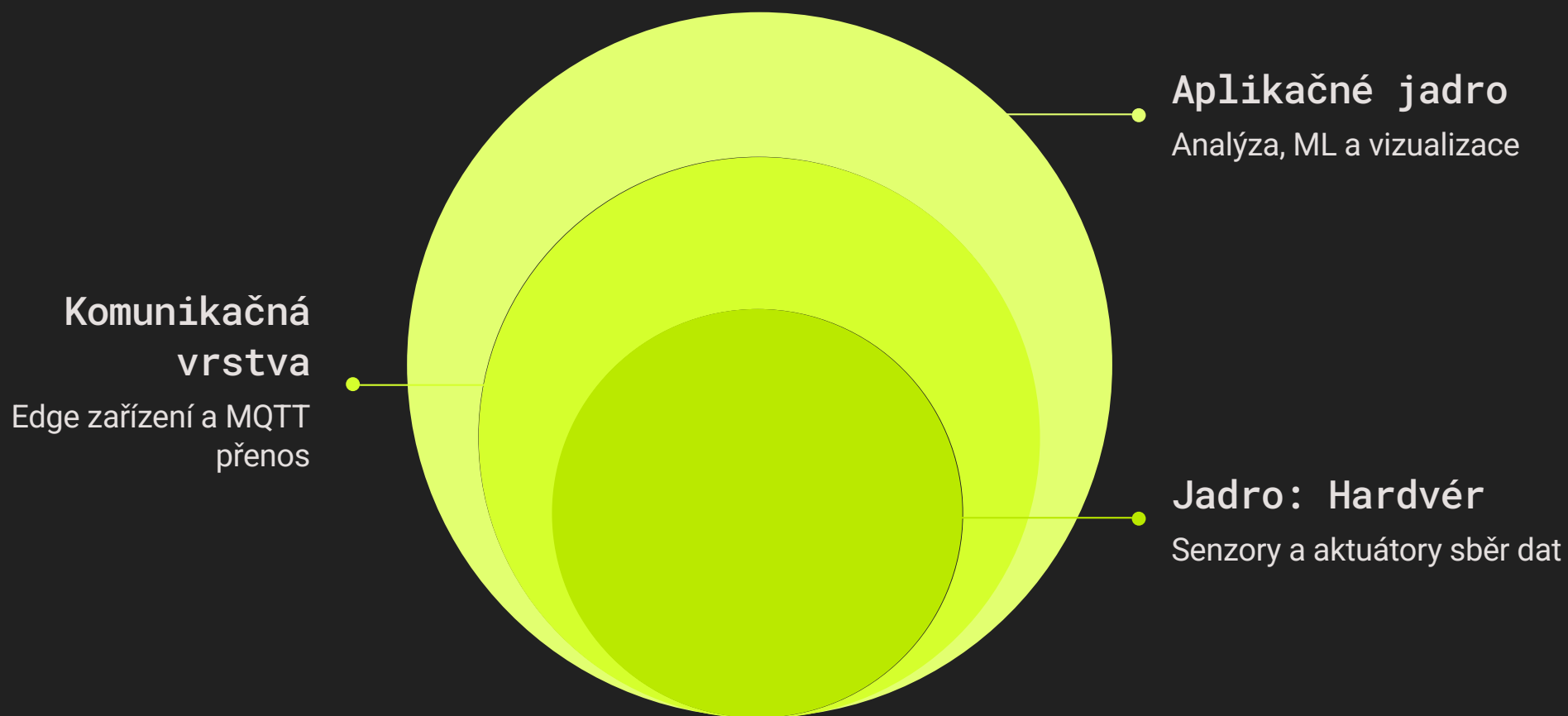
4.35%

CAGR do roku 2030

Predpokladaný ročný rast služieb M2M na Slovensku, poháňaný digitálnou transformáciou podnikov



Viacvrstvomý model IoT systémov



Architektonický návrh IoT systému sa spolieha na viacvrstvomý model, ktorý zabezpečuje plynulý tok informácií od fyzickej reality k používateľskej aplikácii. Každá vrstva má špecifické funkcie a zodpovednosti, ktoré spoločne vytvárajú funkčný celok.

Hardvérová vrstva

Obsahuje senzory pre snímanie fyzikálnych veličín a aktuátory pre vykonávanie mechanických zmien. Sensory transformujú neelektrické veličiny na elektrický signál.

Komunikačná vrstva

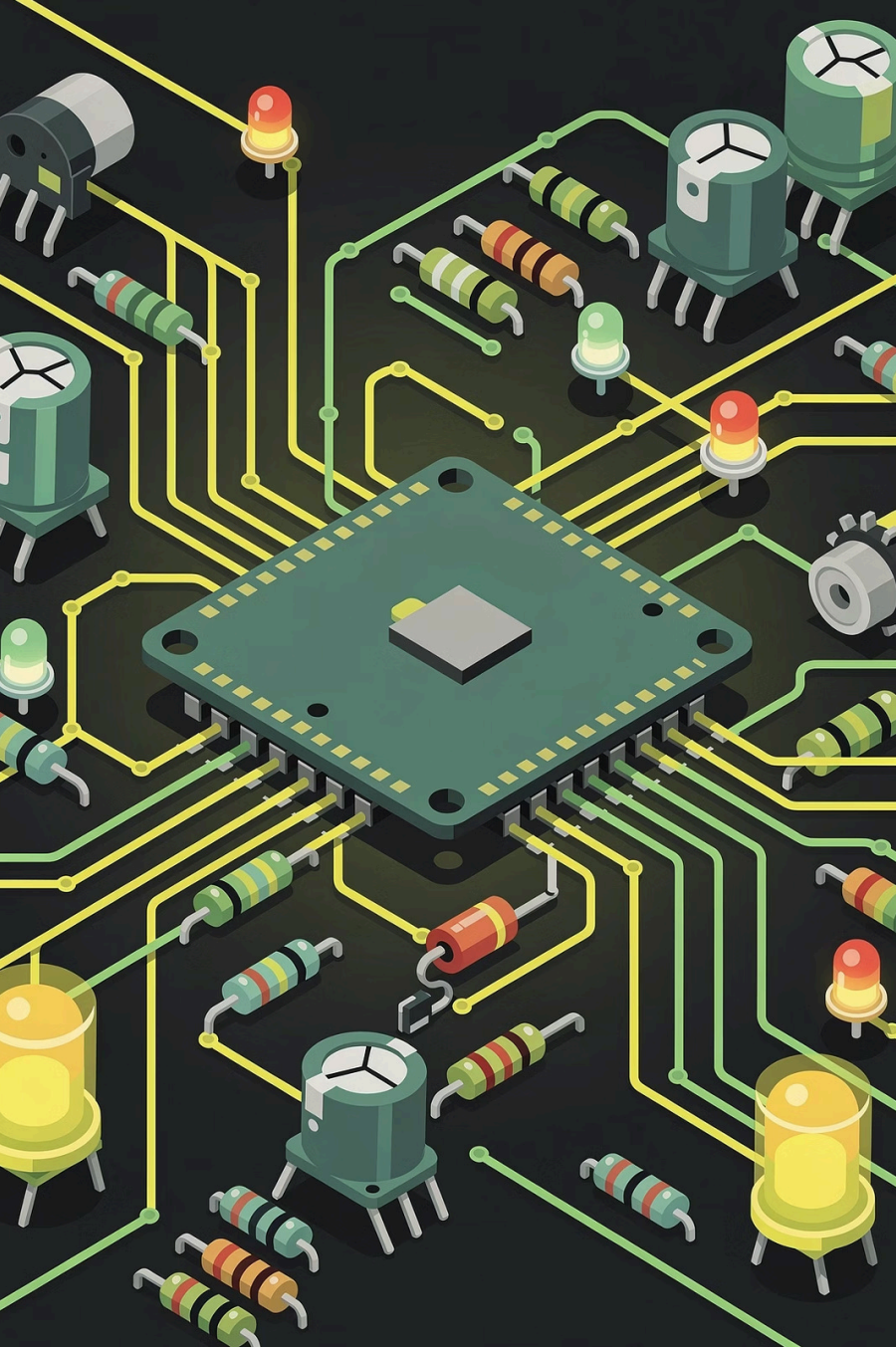
Zabezpečuje bezpečnú konektivitu medzi zariadeniami a cloudom, vykonáva predspracovanie dát ako filtrácia a agregácia na šetrenie energie.

Analytická vrstva

Transformuje surové dáta na informácie s pridanou hodnotou. Tu prebieha detekcia vzorov a vytváranie predikčných modelov.

Aplikačná vrstva

Poskytuje rozhranie pre interakciu s používateľom prostredníctvom dashboardov, mobilných aplikácií a reportov.



ELEKTRONIKA

Základy elektroniky pre IoT

Ohmov zákon

Definuje vzťah medzi prúdom I , napätím U a odporom R :

$$I = \frac{U}{R}$$

Kľúčový pre dimenzovanie predradných rezistorov pri ochrane súčiastok ako LED diódy

Výkon a energia

Stratový výkon sa vypočítava:

$$P = U \cdot I$$

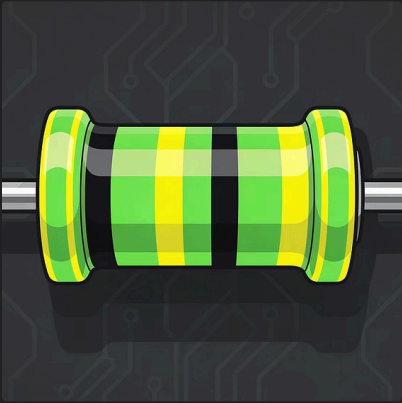
Nevyhnutné sledovať, aby nedošlo k prehriatiu a deštrukcii komponentov

Kirchhoffove zákony

Prvý zákon (uzly): Algebraický súčet prúdov v uzle je nulový

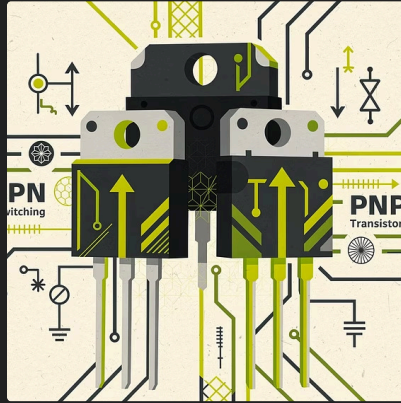
Druhý zákon (slučky): Súčet úbytkov napätia zodpovedá napätiu zdroja

Komponenty IoT zariadení



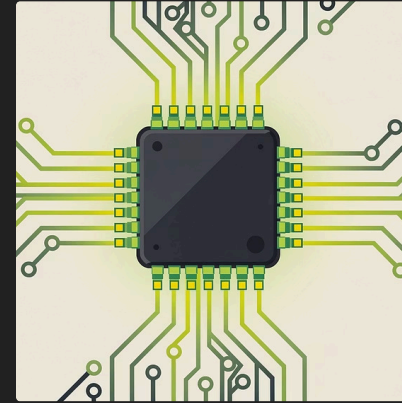
Pasívne komponenty

Rezistory, potenciometre a fotorezistory spotrebúvajú energiu. Fotorezistor mení odpor podľa intenzity svetla – ideálny nízkonákladový svetelný senzor.



Aktívne komponenty

Diódy a tranzistory umožňujú usmerňovanie a zosilňovanie signálov. Tranzistory NPN a PNP slúžia ako elektronicky ovládané spínače.



Integrované obvody

Miniaturizované celky kombinujúce tisíce až milióny komponentov na jednom čipe. H-mostík L293B pre riadenie motorov.

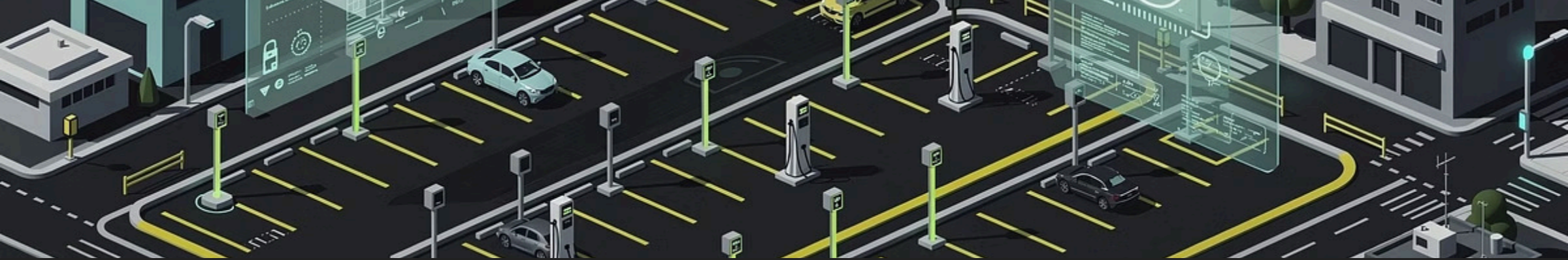
Softvérové nástroje pre IoT vývoj

Nástroj	Oblasť	Výhoda
Arduino IDE	MCU (C++)	Jednoduchosť
Node-RED	Orchestrácia	Vizuálne ladenie
Python/Flask	Backend API	Data science
ThingsBoard	Monitoring	Hotové widgety
Blockly	Vzdelávanie	Grafické bloky

Vývoj softvéru pre IoT kombinuje princípy embedded programovania s modernými webovými technológiami. Proces začína zberom a analýzou požiadaviek.

Vizuálne programovanie pomocou nástrojov ako Blockly eliminuje syntaktické chyby u začiatočníkov. Node-RED umožňuje spájať rôzne hardvérové uzly, API rozhrania a online služby do jedného logického toku.

Pre produkčné nasadenie je preferované textové programovanie v C/C++ alebo Pythone. Python sa vďaka knižniciam ako Pandas stáva štandardom pre dátovú analytiku.



PROJEKT 1

System sledovania obsadenosti

Návrh systému sledovania obsadenosti parkovacích miest alebo verejných priestorov predstavuje komplexnú výzvu integrujúcu senzoriku, bezdrôtovú komunikáciu a cloudovú vizualizáciu. Systém dokáže v reálnom čase informovať o dostupnosti miest a znižuje čas hľadania o 30%.

01

Detekčný uzol

ESP32 mikrokontrolér s ultrazvukovým senzorom HC-SR04 a magnetometrom. Prebúdza sa každých 10 sekúnd, výdrž batérie niekoľko mesiacov.

02

Gateway brána

Raspberry Pi 4 s MQTT brokerom Mosquitto zbiera správy od uzlov v lokálnej sieti a preposiela do cloudu.

03

Výstupné zariadenia

LCD displeje a LED indikátory (zelená/červená) na mieste, webový dashboard pre vzdialený prístup a analytiku.

Business Model Canvas pre sledovanie obsadenosti

Zákaznícke segmenty

- Prevádzkovatelia parkovísk
- Lekárske kliniky
- Nákupné galérie

Hodnotová ponuka

Zníženie času hľadania o 30%,
vyššia spokojnosť zákazníkov,
lepšie plánovanie údržby

Kľúčové aktivity

- Vývoj senzorických uzlov
- Správa cloudu
- Prediktívna analytika

Kľúčové zdroje

HW platformy (ESP32), SW
inžinieri, sieťová infraštruktúra,
cloudové servery

Štruktúra nákladov

Výroba HW, servery, marketing, inštalačné práce, technická podpora

Príjmové toky

Jednorazový predaj HW, mesačné licencie za SW rozhranie (SaaS model)

Inteligentná domácnosť s energetickým manažmentom

Projekt Smart Home presahuje rámec jednoduchého diaľkového ovládania svetiel. Zameriava sa na vytvorenie autonómneho systému, ktorý optimalizuje spotrebu energie a zvyšuje bezpečnosť obyvateľov prostredníctvom regulácie v uzavretej slučke.

Technické komponenty

- **Relé moduly:** Riadenie spotrebičov 230V AC s bezpečnostnými normami
- **Prúdový senzor ACS712:** Meranie pomocou Hallovoho javu bez priameho kontaktu
- **PWM regulácia:** Riadenie jasu LED pásov pomocou pulzne-šírkovej modulácie
- **Senzory DHT22:** Teplota a vlhkosť
- **PIR senzory:** Detekcia prítomnosti osôb

Inteligentné funkcie

PID regulátor termostatu: Adaptívne riadenie kúrenia s predikciou trendov zmeny teploty, eliminácia prekmitov

Energetický monitoring: Python skript vypočítava spotrebu v kWh, deteguje anomálie (napr. nevypnutá žehlička) a automaticky odpája relé pri alarme

Dashboard vizualizácia: ThingsBoard alebo Flask aplikácia zobrazuje toky energie medzi sieťou, solárnymi panelmi a spotrebičmi

Notifikačný systém včasného varovania

Systémy včasného varovania sú navrhnuté na minimalizáciu škôd pri incidentoch ako sú požiare, záplavy alebo priemyselné havárie. Nízkonákladové, ale vysoko spoľahlivé riešenie pre vidiecke oblasti a priemyselné sklady využíva distribuovanú topológiu s protokolom LoRa pre dosah niekoľko kilometrov.



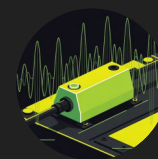
Detekcia požiaru

Kombinácia teplotného snímača TMP36 a plynového senzora detegujúceho dym pre včasnú identifikáciu nebezpečenstva



Detekcia záplav

Kapacitný snímač vlhkosti pôdy pre predpoveď zosuvov a plavákové spínače pre indikáciu vyliať tokov



Štrukturálna integrita

Akcelerometre pre detekciu nebezpečných vibrácií v priemyselných zariadeniach a budovách



Detekcia

Přenos

Notifikace

Riadiaca logika využíva systém pevných a adaptívnych prahových hodnôt. Pri prekročení kritickej hodnoty systém aktivuje lokálny alarm a prioritne odosiela notifikácie viacerým príjemcom súčasne.

SWOT analýza internetu vecí

Silné stránky

- Znižovanie prevádzkových nákladov o 20-40%
- Real-time prehľad o produkcii a logistike
- Inovácie služieb (Predictive Maintenance)

Slabé stránky

- Fragmentácia komunikačných protokolov
- Vysoká zraniteľnosť nízkonákladových zariadení
- Náročnosť správy a archivácie veľkých dát

Príležitosti

- Expanzia v telemedicíne a Smart City
- Investičné stimuly pre zelenú transformáciu
- Rozvoj satelitnej IoT konektivity

Hrozby

- Kybernetické útoky typu botnet (Mirai)
- Nedostatok kvalifikovaných špecialistov
- Etické a právne otázky ochrany súkromia

📌 **Metodika MoSCoW pre prioritizáciu:** Must have (základná konektivita, bezpečnosť), Should have (OTA updates, historické grafy), Could have (integrácia s meteostanicami), Won't have (pokročilé ML na koncových zariadeniach bez napájania)

Technologické perspektívy IoT

Internet vecí v rokoch 2025-2030 bude definovaný prechodom od zberu dát k autonómnemu rozhodovaniu. Rozvoj Edge computingu umožní, aby inteligentné brány vykonávali komplexné analýzy priamo na mieste, čím sa radikálne zníži latencia – kritické pre autonómne vozidlá a priemyselnú robotiku.



5G infraštruktúra

Masívne rozširovanie pokrytia, nízka latencia pod 1ms



Edge AI

Inteligencia na zariadeniach, lokálne spracovanie bez cloudu



Bezpečnosť

Rámce NIST/ENISA, hardvérová kryptografia



Udržateľnosť

Energeticky efektívne protokoly, zelená transformácia

Slovenský trh má potenciál stať sa regionálnym centrom pre vývoj IoT riešení v oblasti smart dopravy a energetiky vďaka progresívnemu prístupu k budovaniu 5G infraštruktúry a silnému zastúpeniu technologických firiem v Košiciach a Bratislave.

Kľúčom k úspechu zostáva schopnosť integrovať rozličné disciplíny – od fyziky a elektroniky cez softvérové inžinierstvo až po biznisovú stratégiu. Iba komplexný pohľad na IoT ekosystém umožňuje vytvárať riešenia, ktoré prinášajú reálnu spoločenskú a ekonomickú hodnotu.