

slovensky



Modernisation of VET through
Collaboration with the Industry

Santiago Silvestre
Jordi Salazar

Svet Internetu vecí



Erasmus+

Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie.
Táto publikácia (dokument) reprezentuje výlučne názor autora a Komisia
nezodpovedá za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto publikácii
(dokumente).

Názov: Svet Internetu vecí
Autor: Santiago Silvestre,
Jordi Salazar
Preložil: Radoslav Vargic
Vydalo: České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická
Kontaktná adresa: Technická 2, Praha 6, Česká republika
Tel.: +420 224352084
Tlač: (iba elektronická)
Počet strán: 30
Edícia (vydanie): 1. vydanie, 2019

MoVET

Modernisation of VET through
Collaboration with the Industry

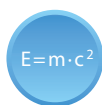
<https://movet.fel.cvut.cz>



Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie.

Táto publikácia (dokument) reprezentuje výlučne názor autora a Komisia nezodpovedá za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto publikácii (dokumente).

VYSVETLIVKY



Definícia



Zaujímavosť



Poznámka



Príklad



Zhrnutie



Výhody



Nevýhody

ANOTÁCIA

Tento modul opisuje svet Internetu vecí z anglického Internet of Things (IoT). Predstavuje hlavné technológie používané v Internete vecí spolu s platformami a IoT zariadeniami. Zoznam reálnych aplikácií v Internete vecí je uvedený pre niekoľko typických oblastí IoT.

CIELE

Po štúdiu tohto modulu budú študenti oboznámení s významom Internetu vecí. Budú objavovať výhody nových technológií mobilných telefónov, rovnako ako najbežnejšie bezdrôtové komunikačné technológie pre realizáciu nových aplikácií v Internete vecí.

LITERATÚRA

- [1] Jordi Salazar, Santiago Silvestre. IoT. Techpedia. 2017. 31. ISBN 978-80-01-06232-6.
- [2] Albreem, Mahmoud AM, et al. Green internet of things (IoT): An overview. In Smart Instrumentation, Measurement and Application (ICSIMA), 2017 IEEE 4th International Conference on. IEEE, 2017. p. 1-6.
- [3] Stephen E. Deering and Robert M. Hinden. RFC 2460, Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification. 1998. Es 3
- [4] Constandinos X. Mavromoustakis George Mastorakis, Jordi Mongay Batalla. Internet of Things (IoT) in 5G Mobile Technologies. 2016. ISBN: 978-3-319-30911-8.
- [5] C. Zhu, Victor C. M. Leung, L. Shu and Edith C.-H. Ngai. Green Internet of Things for Smart World. 2015. IEEE Access 3:1-1. Es 6
- [6] ETSI. Architecture enhancements to facilitate communications with packet data networks and applications, 3GPP TS 23.682. 2018. 109.
- [7] Patil, M. S. A., & Mishra, M. P. Improved mobicast routing protocol to minimize energy consumption for underwater sensor networks. International Journal of Research In Science & Engineering. 2017. 3.
- [8] F. Samie, L. Bauer, J. Henkel. IoT technologies for embedded computing: a survey. IEEE Xplore, 2016. 10.
- [9] M.Ballve. Here's what the internet of things will need to really work. Business Insider, 2014. <http://www.businessinsider.com/what-the-internet-of-things-will-need-to-really-work-2014-5>

- [10] Libelium, <http://www.libelium.com/>
- [11] K. Rose, S. Eldridge, L. Chapin. The internet of things: An overview. The Internet Society (ISOC), 2015. 80.
- [12] Manyika, James, Michael Chui, Peter Bisson, Jonathan Woetzel, Richard Dobbs, Jacques, Bughin, and Dan Aharon. "The Internet of Things: Mapping the Value Beyond the Hype." McKinsey Global Institute, June 2015.
- [13] Ovidiu Vermesan, Peter Friess. Internet of things – Converging technologies for smart environments and integrated ecosystems. River Publishers, 2013. 363. ISBN: 978-87-92982-96-4 (E-Book)
- [14] Zeinab Kamal Aldein Mohammed, Elmustafa Sayed Ali Ahmed. Internet of things applications, challenges and related future technologies. World Scientific News, 2017. 23. ISSN 2392-2192.
- [15] M. Hunter, R. Smith, M. Schipanski, L. Atwood, D. Mortensen. Agriculture in 2050: Recalibrating targets for sustainable intensification. *BioScience*, 2017, 6.

Obsah

1	Úvod.....	7
2	Internetový Protokol.....	9
2.1	IoT Platformy	11
3	5G a IoT	13
4	IoT zariadenia.....	15
5	Aplikácie a prípadové štúdie	17
5.1	Inteligentné mestá.....	19
5.2	Inteligentná domácnosť (a budovy).....	20
5.3	Inteligentné životné prostredie	22
5.4	Inteligentná energia a inteligentné siete (smart grid)	24
5.5	Inteligentné poľnohospodárstvo a farmárčenie	25
5.6	Inteligentný priemysel a inteligentná výroba	27
5.7	Inteligentné zdravotníctvo	28

1 Úvod

Táto kapitola popisuje niektoré dôležité aspekty vo svete Internetu vecí. Ako bolo uvedené v [1], Internet vecí (IoT) je sieť fyzických objektov, zariadení, dopravných prostriedkov, strojov a ďalších objektov, ktoré obsahujú elektroniku, softvér, senzory a sieťové pripojenie, čo umožňuje týmto objektom zhromažďovať dáta a navzájom si ich posielat'.

Na Internet vecí sa v poslednej dobe zameriava nemalá pozornosť. Je základom pre poskytovanie predtým nepredstaviteľných služieb prepojením "vecí", ako sú senzory, akčné členy (alebo tiež aktuátory, jedná sa o technické zariadenie, ktoré prenáša výstupný signál z regulátora do regulovanej sústavy, príkladom je motor, ventil, a pod.), zariadenia spotrebnej elektroniky, dopravné prostriedky a domáce spotrebiče, do Internetu. Komunikácia medzi zariadeniami IoT a systémami cez Internet umožňuje, aby IoT zariadenia boli ovládané a riadené vzdialene, a to pomocou existujúcej infraštruktúry sietí, čo vytvára príležitosti pre väčšiu integráciu fyzického sveta a počítačových systémov. Využitie Internetu vecí vedie k zlepšeniu efektivity a presnosti daného procesu a tiež k ekonomickému prínosu (napr. zníženie nákladov na vykurovanie pomocou regulácie kúrenia, žalúzií, a pod.).



Internet vecí

Pole pôsobnosti nasadenia IoT aplikácií je veľmi široké. Technológia IoT umožňuje rozširovať interakciu dopravných prostriedkov s ľuďmi alebo okolitým prostredím: inteligentný vodič (služby umožňujúce pomoc vodičom), prepojené lode (služby pre lepšiu komunikáciu lodí) alebo sledovanie dopravných prostriedkov. Navyše IoT umožňuje zlepšiť využitie fyzických priestorov ako sú inteligentné budovy, inteligentné domácnosti či obchody. Existuje taktiež široká škála aplikácií v oblasti

zdravotníctva ako napríklad príjem pacientov v inteligentných nemocniciach, diaľkové sledovanie zdravia pacientov (telemedicína) či diagnostika zariadení. Dnes sa už dajú IoT aplikácie nájsť v inteligentných mestách ako napríklad automatické riadenie verejného osvetlenia, parkovanie, odpadové hospodárstvo, sledovanie dopravy alebo životného prostredia [2]. Príkladom je iniciatíva Smart City, ktorej hlavná pozornosť je zameraná na zlepšenie života občanov miest (sledovanie a interpretácia stavu a využívania majetku mesta, optimalizácia dopravy, a pod.).

V ekosystéme IoT sú v dnešnej dobe veľmi populárne zariadenia, ktoré sa označujú ako nositeľná elektronika (wearables) a taktiež inteligentné zariadenia ako sú inteligentné hodinky a inteligentné okuliare (okuliare pre virtuálnu a rozšírenú realitu, všeobecne sa jedná o okuliare s elektronikou). Okrem toho existuje mnoho aplikácií v oblasti bezpečnosti a prístupových systémov.

Na druhej strane sa technológie IoT využívajú tiež na optimalizáciu a zdokonalenie prevádzkových pracovných procesov a výkonov tak, aby bolo možné zvýšiť produktivitu v najrôznejších priemyslových aplikáciách.



Skratka M2M (Machine to Machine) označuje zariadenia, ktoré sú navzájom prepojené, zaznamenávajú udalosti, ktorými sú typicky hodnoty merania danej veličiny a posielajú dáta cez sieť do aplikácie, ktorá tieto dáta prekladá do využiteľnej informácie.

2 Internetový Protokol

Ako je napísané v [1], **IP (Internet Protocol)** určuje technický formát paketov a pole pre adresovanie všetkých zariadení pripojených prostredníctvom komunikačnej siete, v tomto prípade Internetu. **IPv6 (Internet Protocol verze 6)** je najnovšia verzia protokolu IP, komunikačného protokolu, ktorý poskytuje identifikačný a lokalizačný systém pre počítače v sieťach a smeruje dátovú prevádzku cez Internet.

Aby bolo možné pripojiť ľubovoľné zariadenie k Internetu, je nutné danému zariadeniu priradiť IP adresu. Prvá verzia verejne používaného internetového protokolu bola **IPv4 (Internet Protocol verzie 4)**. Tento protokol bol vytvorený agentúrou Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA). IPv4 zahŕňa adresný systém, ktorý používa číselné identifikátory pozostávajúce z 32 bitov. Použitie adres s dĺžkou 32 bitov obmedzuje celkový počet možných adres na približne 4,3 miliardy adres pre zariadenia pripojené k Internetu po celom svete. Očakávaný počet zariadení pripojených k Internetu prostredníctvom IoT zariadení bude čoskoro väčší než počet adres poskytovaných protokolom IPv4. Agentúra zodpovedná za štandardizáciu internetového protokolu **IETF (Internet Engineering Task Force)** začala pracovať na novej verzii internetového protokolu už v roku 1998: IPv6 má nahradiť protokol IPv4 a bol po prvýkrát formálne popísaný v špecifikácii RFC 2460 [3].

IPv6 používa formát adresy s dĺžkou 128 bitov, čo poskytuje priestor adres s veľkosťou 2^{128} alebo približne $3,4 \times 10^{38}$ adres, a to je približne 8×10^{28} krát viac ako IPv4. Kým zvyšovanie adresného priestoru je jednou z najdôležitejších výhod IPv6, existujú ďalšie dôležité technologické zmeny v protokole IPv6, ktoré zlepšia protokol IP: jednoduchšie riadenie, lepšie smerovanie prenosu multicast, jednoduchší formát hlavičky, efektívnejšie smerovanie, implementovaná autentizácia a podpora ochrany osobných údajov.

Adresy IPv6 sú reprezentované ôsmimi skupinami štyroch hexadecimálnych čísiel. Tieto skupiny sú oddelené dvojbodkami, ale existujú aj metódy skrátenia tejto plnej notácie. Formát hlavičky protokolu IPv6 je uvedený v Tab. 1.

Tab. 1 – Štruktúra hlavičky IPv6

Skupina	Informácia
Verzia	4 bity, verzia 6
Trieda prevádzky	8 bitov na prioritu paketu
Značka toku	20 bitov na správu QoS (kvality služby)
Dĺžka dát	16 bitov na dĺžku paketu
Ďalšia hlavička	8 bitov na identifikáciu protokolu, ktorý nasleduje za IPv6. Hodnoty sa zhodujú s hodnotami definovanými pre IPv4.
Max. skokov	8 bitov, číselne definuje počet povolených prechodov sieťovými prvkami. Každý prechod znamená zníženie čísla o 1. Paket je zahodený, ak je hodnota max. skokov rovná 0.
Adresa odosielateľa	128 bitov pre identifikáciu adresy odosielateľa
Cieľová adresa	128 bitová adresa plánovaného príjemcu paketu (pokiaľ je prítomná smerovacia hlavička, nie je konečným príjemcom).

Nové funkcie predstavené protokolom IPv6 sú v podstate nasledovné: nový formát hlavičky, efektívna a hierarchická adresovacia a smerovacia infraštruktúra, oveľa väčší adresný priestor, bezstavová autokonfigurácia, možnosť využitia stavového firewallu, zabezpečenie protokolu IP, rozšíriteľnosť, podpora lepšej kvality služieb (QoS) a nový protokol pre interakciu susedných uzlov.

Naviac protokol IPv6 vyriešil niektoré bezpečnostné problémy nájdené v sieťach IPv4 pridaním **IPsec (IP security)** ako integrálnej súčasť súboru protokolov IPv6 (na rozdiel od IPv4, kde je voliteľnou súčasťou). V dôsledku toho je IPv6 efektívnejší. Bezpečnosť v implementáciách IoT musí byť kritickou súčasťou návrhu IoT zariadení a výrobných procesov aby sa zabezpečilo, že sú splnené základné bezpečnostné požiadavky.

IPv6 ponúka tiež vylepšenia bezpečnosti mobility: Akýkoľvek uzol siete IPv6 môže podľa potreby používať mobilné IP. Mobilné IPv6 používa oproti IPv6 ďalšie tri hlavičky: hlavičku smerovania typu 2, mobility (správy výlučne pre podporu mobility) a voľby pre príjemcu - voľba domácej adresy (mobilné uzly posielajú dáta z aktuálnej IP adresy a pridávajú informáciu o domácej adrese).

Väčšina IoT zariadení sa pripája na Internet pomocou bezdrôtovej komunikácie. Pritom musí byť zaistená požadovaná prenosová rýchlosť a pokrytie signálom. Štandardy bezdrôtovej komunikácie pokrývajú rôzne technológie ako sú Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee, LTE, Narrowband IoT (NB-IoT) alebo verzie LTE: Cat-M1 EMTC (enhanced Machine Type Communications).

Na druhej strane inštalácie vnútri budov bežne používajú Wi-Fi a Bluetooth, zatiaľ čo vonkajšie inštalácie zvyčajne používajú LTE, NB-IoT a Cat-M1. Je potrebné vziať do úvahy, že spotreba energie pri technológii Wi-Fi je oveľa vyššia ako pri Bluetooth.

2.1 IoT Platformy

Platformy IoT umožňujú zber a analýzu dát odosielaných z rôznych pripojených zariadení, ku ktorým sú pripojené senzory prostredníctvom brány (gateway) a komunikačných technológií ako sú napr. LPWAN (Low-Power Wide-Area Network) technológie (Lora, Sigfox, IQRF, Narrowband IoT a ďalšie), mobilné technológie (LTE, atď.), Ethernet, atď. Brána (gateway) môže mať podobu embedded platformy ako je napr. Raspberry Pi, Vocore, Olimex, atď., alebo tiež LPWAN brány (Lora gateway, Sigfox gateway, a pod.). Zhromaždené údaje možno vizualizovať, analyzovať ich, či dokonca pomocou ďalších IoT programových modulov (napr. Node-RED) prepájať zdroje dát (napr. pripojené zariadenie snímajúce teplotu a vlhkosť so serverom poskytujúcim informáciu o predpovedi počasia) a vytvárať pravidlá pre ďalšie akcie (napr. zaliať rastliny). Táto vlastnosť tak uľahčuje tvorbu ďalších IoT aplikácií, a to ako mobilných aplikácií, tak aj aplikácií pre pripojené zariadenia, ktoré vykonávajú konkrétne činnosti (spustiť žalúzie, zaliať skleník, zavrieť sliedky, a pod.).

Niektoré z najznámejších platforiem IoT, ktoré možno nájsť na trhu, sú uvedené v Tab. 2.

Tab. 2 – IoT platformy

Platforma	URL	Charakteristika
AWS IoT Core	https://aws.amazon.com/iot-core/?nc1=h_ls	AWS IoT Core je cloudová platforma, ktorá umožňuje pripojeným zariadeniam ľahko a bezpečne komunikovať s aplikáciami v cloude a ďalšími zariadeniami.
Azure IoT hub	https://azure.microsoft.com/en-us/services/iot-hub/	Pripája a spravuje miliardy IoT zariadení a aktív (majetok podniku, hospodárske prostriedky). Vytvára spoľahlivú obojsmernú komunikáciu a zvyšuje bezpečnosť IoT riešenia. Prijíma dáta v reálnom čase a nahráva súbory do cloudu.
Oracle cloud	https://cloud.oracle.com/iot	Interakcia s virtualizovanými softvérovými reprezentáciami aktív. Vysokorychlostné zasielanie správ. Podpora priemyselných protokolov. Analýza a integrácia IoT dát a služieb.
Ericsson IoT	https://www.ericsson.com/en/internet-of-things/solutions	Bezpečnosť a pripojenie. IoT akceleračná platforma. Spoľahlivé pripojenie.
Watson Internet of Things	https://www.ibm.com/internet-of-things	Spravuje aktíva, zariadenia a produkty.
Xyveli	https://www.xively.com/	Ponúka všetko potrebné k zostaveniu a spusteniu IoT produktu.
Samsung ARTIK	https://www.artik.io/	Platforma Samsung ARTIK Smart IoT prináša dohromady hardvérové moduly a cloudové služby so vstavanou bezpečnosťou a ekosystémom nástrojov a partnerov, ktoré urýchlia čas uvedenia produktu a služby na trh.
Adafruit IO	https://io.adafruit.com/	Adafruit IO je ľahko použiteľný systém, umožňuje jednoduché dátové pripojenie s malými požiadavkami na programovanie.

3 5G a IoT

Štvrtá generácia mobilných telekomunikačných technológií 4G, bola z pohľadu používateľa obrovským zlepšením v podobe rýchlosti sťahovania dát. Používatelia si tak mohli vychutnávať živý obsah na svojich mobilných telefónoch. Mnoho aplikácií môže byť podporovaných na existujúcich sieťach 4G, ale niektoré budú vyžadovať 5G. Tieto požiadavky zahŕňajú vyššie prenosové rýchlosti a vyššiu kapacitu s menšou latenciou (oneskorením), rovnako ako zníženie spotreby energie a vyššiu efektívnosť systému.



V odbore telekomunikačná technika a elektrotechnika je 5G skratkou pre piatu generáciu mobilných telekomunikačných technológií [4].

5G je nástupcom technológie 4G. V súčasnej dobe 5G ešte nie je štandardizované a telekomunikačné spoločnosti vyvíjajú svoje prototypy.

Táto ďalšia generácia mobilných telekomunikačných technológií nazvaná 5G umožní okrem iného navigáciu rýchlosťou vyššou ako 1 Gbit/s. To znamená desaťkrát rýchlejšiu navigáciu ako je tá súčasná. Z toho vyplýva, že 5G znamená zlepšenie v rýchlosti: ak sa pri 4G dosahuje rýchlosť sťahovania 150 MB/s, bude to až 20 Gbit/s. Táto skutočnosť umožní sledovať streamingové kanály v kvalite 4K alebo vznik fotoaparátov vybavených schopnosťou zaznamenávať videá v rozlíšení UHD (Ultra High Definition) a ďalšie služby, ktoré vyžadujú veľkú šírku pásma. Okrem toho bude tiež možné používať 5G vzdialený computing (výpočty), to znamená, že v niektorých objektoch nebude potrebné inštalovať veľké množstvo procesorov, pretože výpočty bude možné vykonávať v cloude. Technológie IoT, ako napr. komunikácia M2M doplnená o inteligentnú dátovú analýzu, by mali dramaticky zmeniť rôzne priemyselné odvetvia. IoT sa zatiaľ viac presadzuje v priemyselných odvetviach v oblasti mobility a inteligencie. Tab. 3 uvádza niektoré priemyselné sektory s požiadavkami na mobilné širokopásmové pripojenie, ktoré môžu ťažiť z výhod 5G IoT.

Tab. 3 – Priemyselné aplikácie

Priemyselná výroba	Inteligentné mestá	Inteligentné domácnosti	Zdravotníctvo	Doprava
Sledovanie výroby	Riadenie dopravy	Prístupové systémy	Sledovanie zdravotného stavu	Diagnostika dopravných prostriedkov
Sledovanie stavu stroja	Inteligentné osvetlenie	Riadenie spotreby energie	Vzdialená diagnostika zariadení	Autonómne riadenie automobilov
Robotické riadenie	Parkovacie hodiny	Inteligentné meranie	Robotická chirurgia	Riadenie nákladných automobilov
Sledovanie zásob	Odpadové hospodárstvo	Alarmy a bezpečnostná kontrola	Detekcia pádu	Sledovanie pomocou dronov

Táto technológia bude pracovať v pásmach 3,6 a 26 GHz v roku 2020 v EÚ. NSA 5G NR alebo Non-Standalone 5G New Radio je prvý štandard 5G mobilných sietí oficiálne schválených štandardizačnou organizáciou 3rd Generation Partnership Program (3GPP).

5G predpokladá množstvo vylepšení s ohľadom na predchádzajúce generácie, ktoré prinesú nové možnosti. Myšlienka je taká, že sa zo situácie, keď sú prepojení ľudia (pomocou inteligentných telefónov, Internetu a sociálnych sietí) dostaneme do situácie, kedy je prepojené prakticky všetko. Standard 5G musí podporovať až 1 milión pripojených zariadení na kilometer štvorcový a musí ponúkať "nekonečné" možnosti pripojenia IoT zariadení. Táto hustota zariadení umožní ďalší významný prielom: prepojené mestá či autonómne vozidlá sa stanú každodennou realitou.

Dôležitou otázkou pre IoT zariadenia a IoT služby je latencia, tj. oneskorenie. V oblasti dátovej komunikácie a digitálnych sietí sa latencia používa v dvoch hlavných kontextoch. Jeden predstavuje jednosmerné oneskorenie (one-way trip), zatiaľ čo druhý obojsmerné oneskorenie (round trip time). Jednosmerné oneskorenie je merané počítaním celkového času, ktorý trvá paketu, aby cestoval od zdroja k cieľu. Obojsmerné oneskorenie je merané pridaním jednosmerného oneskorenia od cieľa späť k zdroju. Doba šírenia, oneskorenie prenosu a ukladanie alebo spracovanie dát v zariadeniach vplyvajú na latenciu v komunikačných sieťach. Druhé dôležité zlepšenie 5G sietí by malo ponúknuť používateľom maximálnu latenciu iba 4 ms, v porovnaní s približne 20 ms v LTE bunkách, tj. 4G. Špecifikácia 5G tiež vyžaduje latenciu iba 1 ms pre URLLC (Ultra-Reliable Low Latency Communications). V mnohých IoT aplikáciách je rozhodujúca minimálna latencia, pretože akčné členy a senzory musia pracovať veľmi rýchlo, aby boli užitočné a efektívne.

5G vyžaduje nižšiu spotrebu energie ako 4G, čo je dôležité pre IoT aplikácie. Toto zníženie ponúka možnosť zahrnúť viac senzorov v mnohých aplikáciách a systémoch IoT. Nízka spotreba energie je kľúčovou požiadavkou na zabezpečenie životnosti batérie. Navyše sa v literatúre [5 - 6] uvádzajú rôzne technológie a problémy týkajúce sa "green" IoT s cieľom maximálne znížiť spotrebu energie. Očakáva sa, že IoT zariadenia budú konštrukčne navrhnuté tak, aby v nich batéria vydržala aj 10 rokov.

Niektoré z týchto IoT zariadení môžu byť navyše napájané pomocou energie získavanej z rádiových signálov alebo zo slnečnej energie (energy harvesting). Výskumní pracovníci, vedci a inžinieri čelia výzvam pri navrhovaní IoT systémov, ktoré môžu byť efektívne integrované do bezdrôtovej komunikácie 5G. Aby bola zaistená dlhá životnosť batérie a znížená spotreba energie, niektoré technológie sú povolené s dvoma režimami pre úsporu energie: rozšírený diskontinuálny príjem eDRX (Extended Discontinuous Reception) a úsporný režim PSM (Power Saving Mode) [7].



Hlavné požiadavky na 5G IoT a M2M sú nasledovné: Mnoho pripojených zariadení s pokrytím signálu vo vnútri budov a efektívna signalizácia.

4 IoT zariadenia

Zložitosť IoT zariadení môže byť rôzna. Všeobecne povedané, IoT zariadenia sú neštandardné výpočtové zariadenia (objekty, predmety pre každodenné použitie, spotrebiče, senzory alebo akčné členy) pripojené k drôtovej alebo bezdrôtovej sieti, ktoré majú schopnosť prenášať a prijímať dáta, prijímať pokyny a dokonca vykonávať akcie založené na informáciách, ktoré zhromažďujú. V niektorých aplikáciách IoT zariadenia dokážu predspracovať alebo spracovať údaje zhromaždené z reálneho sveta pred odoslaním týchto informácií do riadiacej jednotky, ktorá bude prijímať príslušné rozhodnutia.

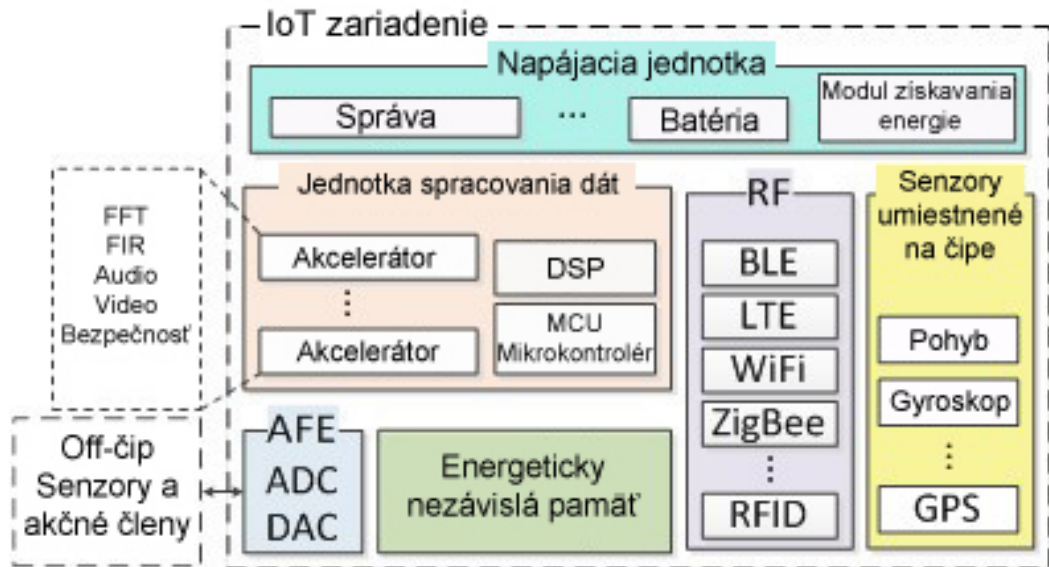


Zhromaždené údaje môžu byť spracovávané buď v IoT zariadení alebo vo vzdialenej riadiacej jednotke. Preto je pre IoT aplikácie, ktoré zahŕňajú spracovanie dát, veľkou výzvou rozhodnutie o umiestnení výpočtovej záťaže.

IoT zariadenie je vstavané zariadenie, ktoré možno charakterizovať aspoň tromi základnými blokmi:

- **Senzory:** Ich hlavnou úlohou je sledovať a merať veličiny v reálnom svete.
- **Blok pripojenia:** Poskytuje pripojenie IoT zariadeniam k Internetu. Podľa povahy môžu byť zariadenia rozdelené do dvoch kategórií:
 - **Priemyselné IoT zariadenia.** Lokálna sieť je založená na mnohých rôznych existujúcich technológiách. IoT zariadenie bude zvyčajne prepojené prostredníctvom IP siete do Internetu.
 - **Komerčné IoT zariadenia.** Lokálna komunikácia je zvyčajne buď ZigBee, Bluetooth alebo Ethernet (drôtové alebo bezdrôtové). IoT zariadenie obvykle komunikuje iba s lokálnymi zariadeniami.
- **Jednotka spracovania dát:** Je mozgom IoT zariadení. V závislosti od zložitosti IoT zariadení môže obsahovať mikrokontrolér, mikroprocesor alebo DSP spolu so špecializovaným hardvérom na spracovanie prichádzajúcich dát alebo šifrovanie / dešifrovanie informácií.

Obr. 2 zobrazuje všeobecný blokový diagram s hlavnými súčasťami IoT zariadení. Môže mať mnoho ďalších blokov, ale prinajmenšom RF (rádiofrekvenčný) komponent je spoločný všetkým bezdrôtovo pripojeným IoT zariadeniam.



Bloková schéma IoT zariadenia [8]

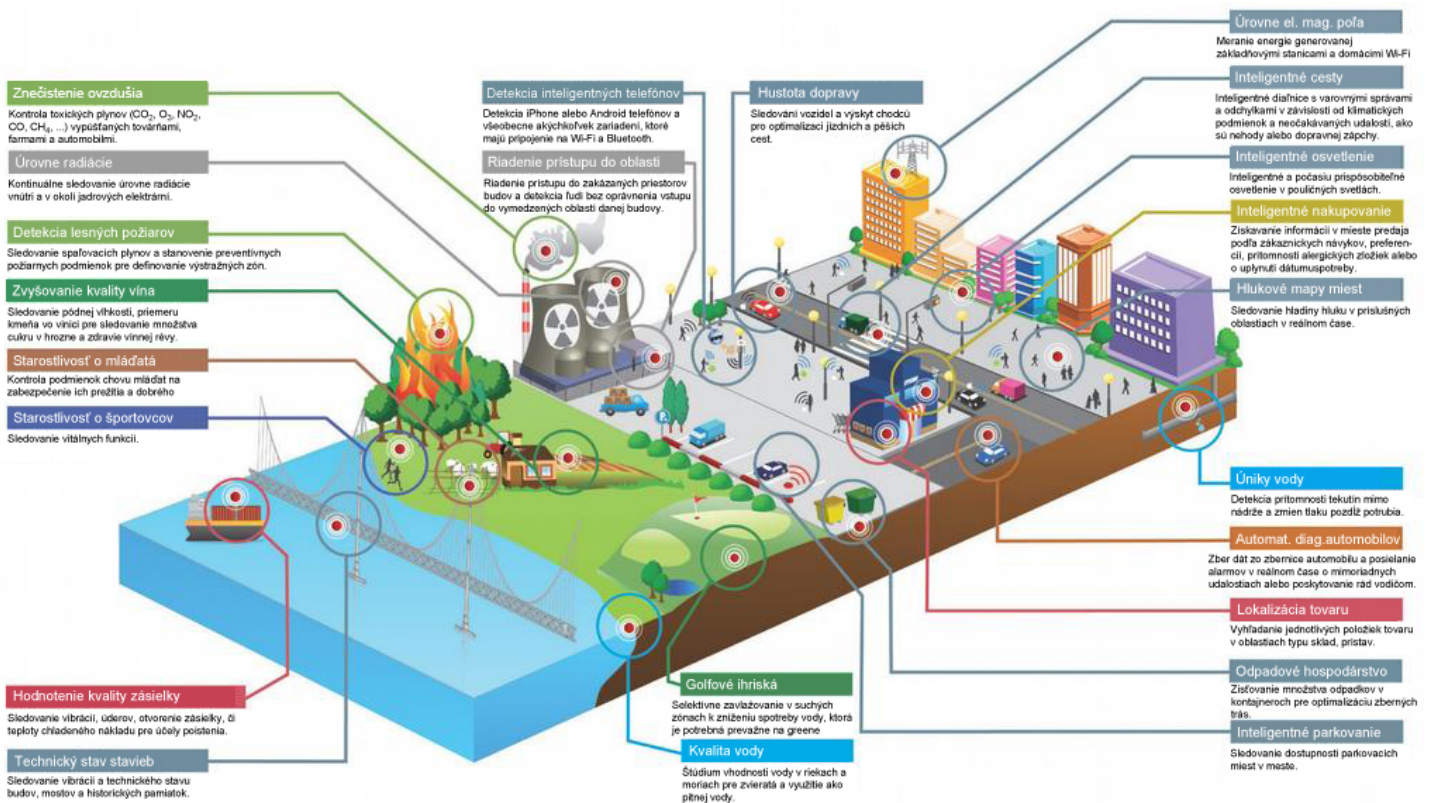
V skutočnosti sú tieto bloky spoločné pre mnoho zariadení, ktoré dnes existujú na trhu. IoT zariadenie však musí obsahovať iné, najmä vzdialené funkcie ako napríklad [9]:

- **Energetická účinnosť:** Môže byť ťažké, nákladné alebo nebezpečné zabezpečiť prístup k nabíjaniu alebo výmene batérií mnohých IoT zariadení. Preto tu vyvstáva potreba prevádzkyschopnosti IoT zariadenia po dlhšiu dobu alebo bezobslužnú prevádzku alebo periodické prebúdzanie IoT zariadenia na prenos dát.
- **Efektívnosť nákladov:** Objekty, ktoré obsahujú IoT zariadenia, môžu byť všeobecne distribuované. Príkladom sú IoT zariadenia v potravinárskych produktoch, ktoré signalizujú uplynutie dátumu spotreby. Dôraz je kladený na nízku cenu obstarania a tiež nasadenie týchto IoT zariadení.
- **Kvalita a spoľahlivosť:** IoT zariadenia môžu pracovať v náročných vonkajších podmienkach, a to aj dlhodobo.
- **Bezpečnosť:** Zariadenia IoT môžu prenášať citlivé alebo regulované informácie a chrániť ich pred neoprávneným prístupom.

5 Aplikácie a prípadové štúdie

Je prakticky nemožné predstaviť si plný potenciál IoT aplikácií. Potenciálne aplikácie sú početné a rozmanité a presahujú obyčajné pripojenie štandardných zariadení ako sú stolové počítače, notebooky, tablety a inteligentné telefóny do siete.

V súčasnej dobe existuje široká škála IoT aplikácií, ktoré pokrývajú mnoho oblastí ako sú inteligentné mesta, inteligentné budovy, poľnohospodárstvo, automobilová komunikácia, doprava a mobilita, priemysel a zdravotníctvo, environmentálne a sociálne aspekty.



IoT aplikácie [10]

Potenciál IoT aplikácií sľubuje transformáciu mnohých aspektov nášho života [11]. Nové IoT zariadenia, ako sú inteligentné spotrebiče, komponenty pre domácu automatizáciu a zariadenia pre správu energie, nás posúvajú k vízií inteligentnej domácnosti, ktorá ponúka väčšiu bezpečnosť a energetickú účinnosť. Iné osobné IoT zariadenia, ako sú nositeľné fitness náramky, zariadenia na monitorovanie zdravotného stavu a lekárske prístroje s možnosťou pripojenia na Internet, menia spôsob poskytovania zdravotnej starostlivosti. Táto technológia sľubuje, že bude prínosná pre osoby so zdravotným postihnutím a staršie osoby, čo umožní zvýšenú úroveň nezávislosti a kvality života za rozumnú cenu. Systémy Internetu vecí, ako sú dopravné prostriedky s možnosťou pripojenia na Internet, inteligentné dopravné systémy a senzory zabudované do ciest a mostov, nás približujú k myšlienke inteligentných miest, ktoré pomáhajú minimalizovať dopravné zápchy a spotrebu energie. Technológia IoT ponúka možnosť transformovať poľnohospodárstvo,

priemysel, výrobu a distribúciu energie zvýšením dostupnosti informácií v hodnotovom reťazci výroby pomocou senzorov pripojených k sieti Internet.

Rad spoločností a výskumných organizácií ponúka rôzne predpovede potenciálneho vplyvu IoT na Internet a ekonomiku v nasledujúcich rokoch. Napríklad spoločnosť Cisco predpovedá, že do roku 2019 bude viac ako 24 miliárd IoT objektov. Spoločnosť Morgan Stanley do roku 2020 predpokladá 75 miliárd pripojených zariadení k sieti Internet. Huawei predpovedá do roku 2025 100 miliárd IoT pripojení. McKinsey Global Institute odhaduje finančný dopad IoT na svetovú ekonomiku v rozmedzí 3,9 až 11,1 biliónov dolárov do roku 2025. Pre odhad potenciálneho ekonomického vplyvu IoT naprieč ekonomikami zohľadnil McKinsey Global Institute mieru akceptácie IoT, ekonomické a demografické trendy a pravdepodobný vývoj technológií v nasledujúcich 10 rokoch [12].

V nasledujúcich odsekoch uvádzame niektoré z týchto aplikácií, ktoré v blízkej budúcnosti môžu mať veľký vplyv na naše životy. Toto je len obmedzený popis, ktorý však umožňuje predstaviť si všetky možné nové aplikácie a služby, ktoré by IoT mohol poskytnúť.

5.1 Inteligentné mestá

K dnešnému dňu môžeme nájsť rôzne definície inteligentného mesta, ale stále neexistuje žiadna jednoznačne prijatá definícia. Myšlienka inteligentného mesta sa líši štát od štátu a dokonca aj medzi jednotlivými mestami. To znamená rôzne pohľady rôznych ľudí v závislosti na ich vlastných potrebách, ktoré vytvoria lepšie mesto s vysokou kvalitou života.

V blízkej budúcnosti sa očakáva rýchla expanzia mestských hraníc z dôvodu nárastu počtu obyvateľov a rozvoja infraštruktúry. Veľké mestá absorbujú okolité malé mestá, aby vytvorili Megamestá s viac ako 10 miliónmi obyvateľov. Táto skutočnosť spôsobí, že sa Megamestá budú vyvíjať smerom k inteligentným mestám. Očakáva sa približne 40 inteligentných miest na celom svete do roku 2025 [13].

Mestá budú na mnohých úrovniach vylepšené, budú vďaka technológii IoT bezpečnejšie, produktívnejšie a udržateľnejšie. Potreby inteligentných miest vyžadujú podporu vládnych dohôd. V skutočnosti bude úloha mestských samospráv kľúčová pre nasadenie IoT. V nasledujúcej tabuľke sú uvedené niektoré príklady aplikácií inteligentných miest.

Tab. 4 - Aplikácie inteligentných miest

Aplikácia	Popis
Inteligentné parkovanie	Sledovanie dostupnosti parkovacích miest v meste
Technický stav stavieb	Sledovanie vibrácií a technického stavu budov, mostov a historických pamiatok
Hlukové mapy miest	Sledovanie hladiny hluku v príslušných oblastiach v reálnom čase
Inteligentné vozovky	Inteligentné diaľnice s varovnými správami a odchyškami v závislosti od klimatických podmienok a neočakávaných udalostí ako sú nehody alebo dopravnej zápchy
Dopravná zápcha	Sledovanie dopravných prostriedkov a prechodov pre optimalizáciu jazdných a peších trás
Inteligentné osvetlenie	Inteligentné a počasie prispôsobiteľné osvetlenie v pouličných svetlách
Odpadové hospodárstvo	Zisťovanie množstva odpadkov v kontajneroch pre optimalizáciu zberných trás
Sledovanie pitnej vody	Sledovanie kvality pitnej vody v mestách

5.2 Inteligentná domácnosť (a budovy)

Inteligentná domácnosť neznamená domácnosť plnú nových a šialených prístrojov alebo robotov, ale domácnosť s pripojenými spotrebičmi a príslušenstvom, takže sa zdá, že sú to zariadenia, ktoré môžu konať samostatne ako by mali nejakú inteligenciu. Môžeme tak hovoriť o inteligentných žiarovkách, inteligentných termostatoch, inteligentných práčkach, inteligentných bezpečnostných systémoch, atď.

Donedávna bola sieť Wi-Fi používaná predovšetkým na prepojenie elektronických zariadení ako sú inteligentné telefóny, tablety, televízia, atď. Sieť Wi-Fi bude mať však veľký význam v koncepcii inteligentnej domácnosti [14]. Pripojením domácich spotrebičov k sieti Wi-Fi môžeme získať veľké výhody.



Každé zariadenie našej domácnosti, ktoré používa elektrinu, môže byť pripojené k našej domácej sieti.

Po prvé by sme mohli riadiť všetko v reálnom čase buď z aplikácie na našom smartfóne alebo tablete alebo pomocou nášho hlasu.

Po druhé, môžeme mať prístup ku všetkým dátam a informáciám uloženým v domácich spotrebičoch. Inteligentné domáce spotrebiče nám tak môžu poskytnúť ľahko dostupné údaje o bezpečnosti tým, že pristupujú k záznamom inteligentných bezpečnostných kamier alebo o energii sledovaním spotreby elektrickej energie a plynu.

Po tretie, máme domácu automatizáciu. Namiesto ručného ovládania našich domácich prístrojov po celý čas môžeme využiť možnosť nastavenia rutín a pravidiel. Myšlienka spočíva v tom, že naša domácnosť nás a našu rodinu spozná a automaticky vykonáva činnosti na základe toho, čo sa v domácnosti deje, bez potreby našich kontrolných príkazov.

Konečne a pravdepodobne v blízkej budúcnosti si dokážeme predstaviť úplne autonómne prístroje a roboty, ktoré fungujú v domácnosti samostatne. Príkladom sú robotické kosačky alebo roboty skladajúce bielizeň.



Zábava, energetická účinnosť a bezpečnosť by mali byť v blízkej budúcnosti tromi veľkými kategóriami pre inteligentné domáce zariadenia.

Tab. 5 – Aplikácie inteligentných domácností a budov

Aplikácia	Popis
Upozornenie v reálnom čase	Čas spustenia práčky a umývačky je naplánovaný tak, aby šetril energiu
Bezpečnosť a dohľad	Zvýšiť bezpečnosť, chrániť našu rodinu a sledovať činnosť na našom majetku.
Riadenie prístupu do danej oblasti	Riadenie prístupu do zakázaných priestorov budov a detekcia ľudí bez oprávnenia vstupu do vymedzených oblastí danej budovy.
Ovládanie vzduchu a centrálné vykurovanie	Teplota domácnosti/miestnosti sa automaticky prispôbuje našim preferenciám.
Inteligentné osvetlenie	Inteligentné a počasie prispôsobiteľné osvetlenie domácností a budov.
Inteligentná zábava	Automatický výber a personalizovaný spôsob sledovania televízie a filmov.
Spotreba energie a vody	Sledovanie spotreby energie a vody s cieľom získať informácie o tom ako šetriť náklady a zdroje.
Starostlivosť o rastliny	Poskytnúť rastlinám dostatok živín a vlahy na základe ich skutočných potrieb a podmienok.

5.3 Inteligentné životné prostredie

Životné prostredie potrebuje inteligentné spôsoby a nové technológie na sledovanie a správu. Sledovanie životného prostredia je dôležité, aby bolo možné zhodnotiť jeho súčasný stav s cieľom prijať správne rozhodnutia podľa zhromaždených údajov z monitorovacích systémov. Správa je potrebná pre efektívne využívanie zdrojov a pre zníženie odpadu napríklad z tovární alebo výfukových splodín vozidiel [14].



Všetky zhromaždené údaje z monitorovacích systémov majú zásadný význam pre to, aby obce a verejné inštitúcie boli donútené chrániť ľudí a životné prostredie a zmierňovať či zabráňovať prírodným katastrofám.

Inteligentné senzory životného prostredia poskytujú množstvo možností a riešení pre mnoho aplikácií životného prostredia ako je napríklad sledovanie znečistenia vody, ovzdušia, počasia a radiácie, odpadového hospodárstva, atď. Príklady sú uvedené v Tab. 6. Integrácia inteligentných senzorov životného prostredia s technológiou IoT je v súčasnej dobe už vyvinutá na snímanie a monitorovanie niektorých ukazovateľov životného prostredia, ktoré poskytujú potenciálne výhody pre dosiahnutie zeleného "green" sveta a udržateľného života [14].

Aplikácie v inteligentnom prostredí možno rozdeliť do dvoch hlavných kategórií: správa zdrojov životného prostredia a správa kvality a ochrany životného prostredia. Správa zdrojov životného prostredia sa týka všetkých prírodných zdrojov ako sú lesy, zvieratá, uhlie, ropa, voda, vzduch, slnečné svetlo, vietor, zlato, striebro, železo a mnoho ďalších. Tieto zdroje môžu byť vážne postihnuté znečistením, odpadmi a zneužívaním. Technológie IoT poskytujú efektívne prostriedky pre komunikáciu medzi senzormi snímajúcimi parametre príslušných zdrojov a monitorovacími centrami a v dôsledku toho možno prijímať príslušné rozhodnutia o spotrebe týchto dotknutých zdrojov. Príkladom správy kvality a ochrany životného prostredia je sledovanie kvality vzduchu pomocou sústavy diaľkových senzorov v celom meste a v dôsledku toho možnosť získať mapu s úrovňami znečistenia z celého dňa a lepšie riadiť premávku v meste. Tiež môžu byť prijaté rozhodnutia o využití a úprave vody, ak sú známe úrovne znečistenia.

Existuje mnoho ďalších aplikácií, ktoré je možné implementovať pomocou inteligentných senzorov bezdrôtovo pripojených k monitorovaciemu centru. Príkladom môže byť sieť IoT senzorov schopná priebežne sledovať úrovne radiácie okolo jadrových elektrární alebo mapa vo vysokom rozlíšení s presnou predpoveďou počasia v danom regióne.

Tab. 6 – Aplikácia inteligentného životného prostredia

Aplikácia	Popis
Detekcia lesných požiarov	Sledovanie spaľovacích plynov a stanovenie preventívnych požiarnych podmienok pre definovanie výstražných zón.
Znečistenie ovzdušia	Kontrola toxických plynov (CO ₂ , O ₃ , NO ₂ , CO, CH ₄ , ...) vypúšťaných továrňami, farmami a automobilmi.
Sledovanie hladiny snehu	Meranie hladiny snehu v reálnom čase umožňuje zistiť kvalitu lyžiarskych trás a umožňuje bezpečnostným zborom prevenciu lavín.
Riečne záplavy	Sledovanie zmien hladiny vody v riekach, priehradách a nádržiach.
Zamedzenie zosuvu pôdy	Sledovanie vlhkosti pôdy, vibrácií a hustoty zeminy pre detekciu nebezpečných vzorcov (kombinácia hodnôt parametrov sledovaných veličín).
Včasné odhalenie prírodných katastrof	Distribovaná kontrola na konkrétnych miestach otrasov, zemetrasení, hurikánov, sopečných výbuchov, záplav, atď. Zníženie dopadu prírodných katastrof.
Ultrafialová radiácia	Meranie UV slnečných lúčov pre varovanie obyvateľov, aby nechodili na slnko v určitých hodinách.
Odpadové hospodárstvo	Detekcia a kontrola priemyselného znečistenia v reálnom čase (odpadové chemikálie a ďalšie) na zlepšenie životného prostredia.
Úrovne znečistenia v mori	Riadenie únikov a odpadov v reálnom čase v mori.
Detekcia chemických únikov v riekach	Zisťovanie únikov a odpadov z tovární v riekach.
Ochrana divej zvery	Používanie obojkov na sledovanie GPS polohy na nájdenie a sledovanie divej zvery a verejné šírenie ich súradníc ochrancom a výskumníkom.

5.4 Inteligentná energia a inteligentné siete (smart grid)

Energetický model založený výhradne na zdrojoch získaných z fosílnych palív nebude schopný v blízkej budúcnosti uspokojiť celosvetovú spotrebu elektrickej energie. Všetky dostupné riešenia zahŕňajú začlenenie obnoviteľných a zelených zdrojov energie do energetického modelu. Vlastná povaha tohto typu energie však vyžaduje veľmi vysokú kontrolu spotreby energie zo strany spotrebiteľov [13].

Spotreba elektrickej energie nie je stále rovnaká a existujú časové úseky s veľmi vysokými hodnotami spotreby elektrickej energie. V dôsledku toho musí byť elektrická sieť inteligentná a flexibilná, aby odolávala kolísaniu spotreby elektrickej energie. To je možné pomocou riadenia zdrojov elektrickej energie a riadenia spotreby. Na dosiahnutie tohto cieľa musí elektrická sieť zahŕňať prepojené inteligentné zariadenia, t.j. IoT zariadenia a komponenty infraštruktúry siete ako sú napríklad snímacie a monitorovacie zariadenia na monitorovanie energetických tokov, telekomunikačnú infraštruktúru pre prenos dát cez inteligentnú sieť, inteligentné merače s možnosťou zobrazenia využitia elektrickej energie, či systém riadenia a automatizácie pre spracovanie relevantných dát a správu inteligentnej siete. V ideálnom prípade by bolo potrebné poznať okamžitú spotrebu energie jednotlivých zariadení, ale vedomosti o spotrebe elektrickej energie na jedného zákazníka sú v prvom priblížení dostačujúce [13].



Inteligentná sieť integruje informačné a komunikačné technológie do elektrickej siete. Správa inteligentnej energie je vďaka tomu plne prevádzkyschopná.

Namiesto hlavných elektrární mimo mesta budú budúce inteligentné siete charakterizované malými a strednými energetickými zdrojmi a elektrárnami distribuovanými v inteligentnom meste, ktoré sa snažia napodobniť štruktúru internetovej siete.



Riešenie inteligentných sietí má za cieľ optimalizovať výrobu, distribúciu a spotrebu energie, uľahčiť vstup nových dodávateľov a spotrebiteľov do elektrickej siete a významne zlepšiť monitorovanie, správu, automatizáciu a kvalitu dodávanej elektrickej energie.

Tab. 7 – Aplikácie inteligentnej energie a inteligentných sietí

Aplikácia	Popis
Fotovoltaické inštalácie	Sledovanie a optimalizácia výkonu v solárnych elektrárnach.
Inteligentné siete	Sledovanie a správa spotreby energie.
Úzkopásmové PLC	Úzkopásmové PLC (N -PLC, Narrowband Power Line Communication) umožňuje komunikáciu po elektrickej sieti.

5.5 Inteligentné poľnohospodárstvo a farmárčenie

V roku 2005 predpovedala Organizácia pre výživu a poľnohospodárstvo FAO (Food and Agricultural Organization), špecializovaná agentúra OSN so sídlom v Ríme, že do roku 2050 bude celosvetová populácia presahovať 9,6 miliardy obyvateľov. K tomu, aby sa uživilo toľko obyvateľov, musí poľnohospodárska produkcia do roku 2050 vzrásť o 70%. V roku 2017 štúdia publikovaná BioScience dospela k záveru, že nárast produkcie o približne 25% až 70% nad súčasnú úroveň produkcie môže stačiť na to, aby pokryl dopyt po plodinách do roku 2050 [15]. Každopádne, na dosiahnutie tohto cieľa musí poľnohospodársky priemysel prijať IoT. Navyše súčasné zmeny klimatických podmienok a nevýhody intenzívneho hospodárenia s pôdou a vodnými zdrojmi musia byť riešené a musia byť navrhnuté nové metódy riešenia budúcich výziev v poľnohospodárstve.



Inteligentným poľnohospodárstvom a farmárčením rozumieme používanie moderných informačných a komunikačných technológií v poľnohospodárstve a farmárčení. Z pohľadu poľnohospodárov a farmárov poskytuje inteligentné poľnohospodárstvo a farmárčenie príležitosť na lepšie rozhodovanie a efektívnejšie riadenie jednotlivých procesov.

Poľnohospodári a farmári môžu riadiť svoje poľnohospodárske postupy na diaľku. Dáta môžu byť získavané zo satelitov alebo dronov. Senzory na poliach, na zvieratách alebo v pôde môžu prenášať dáta v reálnom čase. Jedná sa o nákladovo efektívnu metódu a presný spôsob toho ako predpovedať a chrániť rast poľnohospodárskych plodín.

Tab. – Aplikácie inteligentné hospodárstva a farmárčenia

Aplikácia	Popis
Zvýšená kvalita výroby	Analýza kvality a množstva produkcie vo vzťahu k ošetrovaniu plodín vedie k prispôbeniu procesov, ktoré vedú k zvýšeniu kvality produktu.
Zelené domy	Kontrola mikroklimatických podmienok pre maximalizáciu výroby ovocia a zeleniny a zaistenie jej kvality.
Golfové ihriská	Selektívne zavlažovanie v suchých zónach vedie k zníženiu spotreby vody, ktorá je potrebná prevažne na greene golfového ihriska.
Sieť meteorologických staníc	Štúdium poveternostných podmienok v odboroch pre predpovede tvorby ľadu, dažďa, sucha, snehu alebo zmien vetra.
Kompost	Kontrola úrovne vlhkosti a teploty v sene, slame, či lucerne pre zamedzenie vzniku húb a ďalších mikrobiálnych kontaminantov.
Hydropónia	Kontrola podmienok pestovania rastlín bez pôdy v živnom roztoku. Snaha o získanie najefektívnejších plodín.
Starostlivosť o mláďatá	Kontrola podmienok chovu mláďat na zabezpečenie ich prežitia a dobrého zdravia.
Sledovanie zvierat	Lokalizácia a identifikácia zvierat pasúcich sa na otvorených pastvinách alebo umiestnených vo veľkých stajniach.
Úroveň toxických plynov	Štúdium odvetrávacích systémov a kvality ovzdušia, detekcia škodlivých plynov z exkrementov.
Vzdialené sledovanie	Poľnohospodári a farmári môžu sledovať viac polí umiestnených v rôznych lokalitách po celom svete pomocou pripojenia na Internet. Rozhodnutie môže byť urobené v reálnom čase a odkiaľkoľvek.

5.6 Inteligentný priemysel a inteligentná výroba

Inteligentný priemysel je štvrtou priemyselnou revolúciou. Z tohto dôvodu je termín inteligentný priemysel označovaný tiež ako Priemysel 4.0. Prvá priemyselná revolúcia bola charakterizovaná mechanizáciou založenou na sile vody a pary. Parný stroj bol jedným z najdôležitejších technologických vynálezov prvej priemyselnej revolúcie. Počas druhej priemyselnej revolúcie sa zlepšili existujúce výrobné postupy. Druhá priemyselná revolúcia bola charakterizovaná zavedením hromadnej výroby, montážnych liniek a elektriny. Pre tretiu priemyselnú revolúciu je typické zavedenie elektroniky a počítačov pre ďalšiu automatizáciu výroby. Konečne Priemysel 4.0 je založený na zabezpečených fyzických výrobných systémoch, ktoré sa dajú pripojiť na Internet. IoT prepojí priemysel s novou škálou aplikácií v oblasti výroby, ako je pripojenie priemyslu k inteligentnej sieti.

Inteligentný priemysel zásadne zmení spôsob, akým sú výrobky vyvíjané, vyrábané a dodávané. Okrem toho je zvýšená bezpečnosť pracovníkov. Ochrana životného prostredia je zabezpečená produkciou nulových emisií a výrobou s nulovým počtom chybných kusov. V inteligentných výrobných procesoch budú dopravné prostriedky a pomôcky vzájomne komunikovať a budú organizované s cieľom zlepšiť celkovú produkciu.

Tab. 9 – Aplikácie inteligentného priemyslu a inteligentnej výroby

Aplikácia	Popis
Aplikácia M2M	Automatická diagnostika strojov a kontrola majetku.
Kvalita vnútorného vzduchu	Sledovanie úrovne jedovatých plynov a kyslíka vnútri chemických závodov pre zaistenie bezpečnosti pracovníkov a tovaru.
Sledovanie teploty	Riadenie teploty vnútri priemyselných a lekárskech chladničiek s citlivým tovarom.
Zachovanie kvality a konzistencie	Používanie prepojených senzorov, kamier a laserov na analýzu výrobných procesov.
Sledovanie flotily	Optimalizácia výkonu, zníženie nákladov a zvýšenie produktivity.
Kontrola dodávateľského reťazca	Využitie technológie RFID, QR kódov, atď. pre lepšiu prevádzkovú efektívnosť (sledovanie tovarov, vzťahov s dodávateľmi, zásob, vytváranie prognóz, atď.) a možnosti zvýšenia príjmov (znalosť zákazníkov, nákupné návyky, atď.).

5.7 Inteligentné zdravotníctvo

Na svete je veľa ľudí, ktorých trápi zlý zdravotný stav, pretože nemajú prístup k účinnému sledovaniu zdravotného stavu. Tento problém by sa však mohol ľahko vyriešiť pomocou malých sledovacích IoT zariadení. Hlavnou úlohou týchto malých zdravotníckych IoT zariadení bude zber zdravotných údajov a fyziologických informácií pacienta, aplikácia komplexných algoritmov pre analýzu dát a následné bezdrôtové odoslanie dát lekárom, ktorí budú robiť príslušné zdravotné odporúčania. Okrem toho môžu zdravotnícke IoT zariadenia nahradiť proces kontroly vitálnych funkcií pacientov.

Hlavným cieľom IoT aplikácií v oblasti zdravotníctva je zlepšiť kvalitu života osôb, ktoré potrebujú trvalú podporu alebo sledovanie zdravotného stavu, znižovať prekážky pre sledovanie dôležitých parametrov, vyhnúť sa zbytočným nákladom a úsiliu v oblasti zdravotnej starostlivosti a poskytovať správnu lekársku pomoc v správny čas a za rozumnú cenu.

Zdravotnícke pomôcky a zariadenia neboli navrhnuté pre spoluprácu s inými zdravotníckymi zariadeniami alebo zariadeniami pripojenými k sieti. Toto je jeden z hlavných problémov, ktorý bude potrebné riešiť. Ďalším dôležitým a kritickým faktorom je bezpečnosť, keďže dáta a informácie pacientov musia byť prenášané prostredníctvom siete a je žiaduce ich patrične chrániť [13].

Aplikácie IoT majú veľký trhový potenciál pre elektronické zariadenia a služby. Stačí uviesť príklad využitého potenciálu v podobe inteligentných náramkov a hodínok spolu s Android/iOS aplikáciami na sledovanie telesných funkcií a činností (tepová frekvencia, výpočet spálených kalórií, atď.), ktoré možno stiahnuť a spustiť v smartfóne.

Tab. 10 – Aplikácie inteligentného zdravotníctva

Aplikácia	Popis
Detekcia pádu	Pomoc starším osobám alebo osobám s postihnutím.
Sledovanie lekárskeho chladničiek / mrazničiek	Kontrola podmienok vnútri chladničiek a mrazničiek, ktoré uchovávajú vakcíny, lieky a organické prvky.
Starostlivosť o športovcov	Sledovanie vitálnych funkcií.
Dohľad nad pacientmi	Sledovanie zdravotného stavu pacientov v nemocniciach a v domácnostiach.
Ultrafialová radiácia	Meranie UV slnečných lúčov pre varovanie obyvateľov, aby nechodili na slnko v určitých hodinách.