Funded by the European Union

FACULTY OF TECHNICAL SCIENCES
KOSOVSKA MITROVICA

PELMOB

University of Pristina Kosovska Mitrovica

D5.4 Undergraduate/Master Curricula Implemented

Наслов курса

Интернет ствари за електрична возила

Наслов презентације

IoT апликације за електрична возила

др Владимир Максимовић
др Јелена Тодоровић

"Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union. Neither the European Union nor the granting authority can be."

Partnership for Promotion and Popularization of Electrical Mobility through Transformation and Modernization of WB HEIs Study Programs/PELMOB

Call: ERASMUS-EDU-2022-CBHE-STRAND-2

Project Number: 101082860

Интернет ствари за електрична возила

IoT апликације за електрична возила

Funded by the European Union

University of Pristina Kosovska Mitrovica

FACULTY OF TECHNICAL SCIENCES KOSOVSKA MITROVICA

https://pr.ac.rs/

Интернет ствари за електрична возила

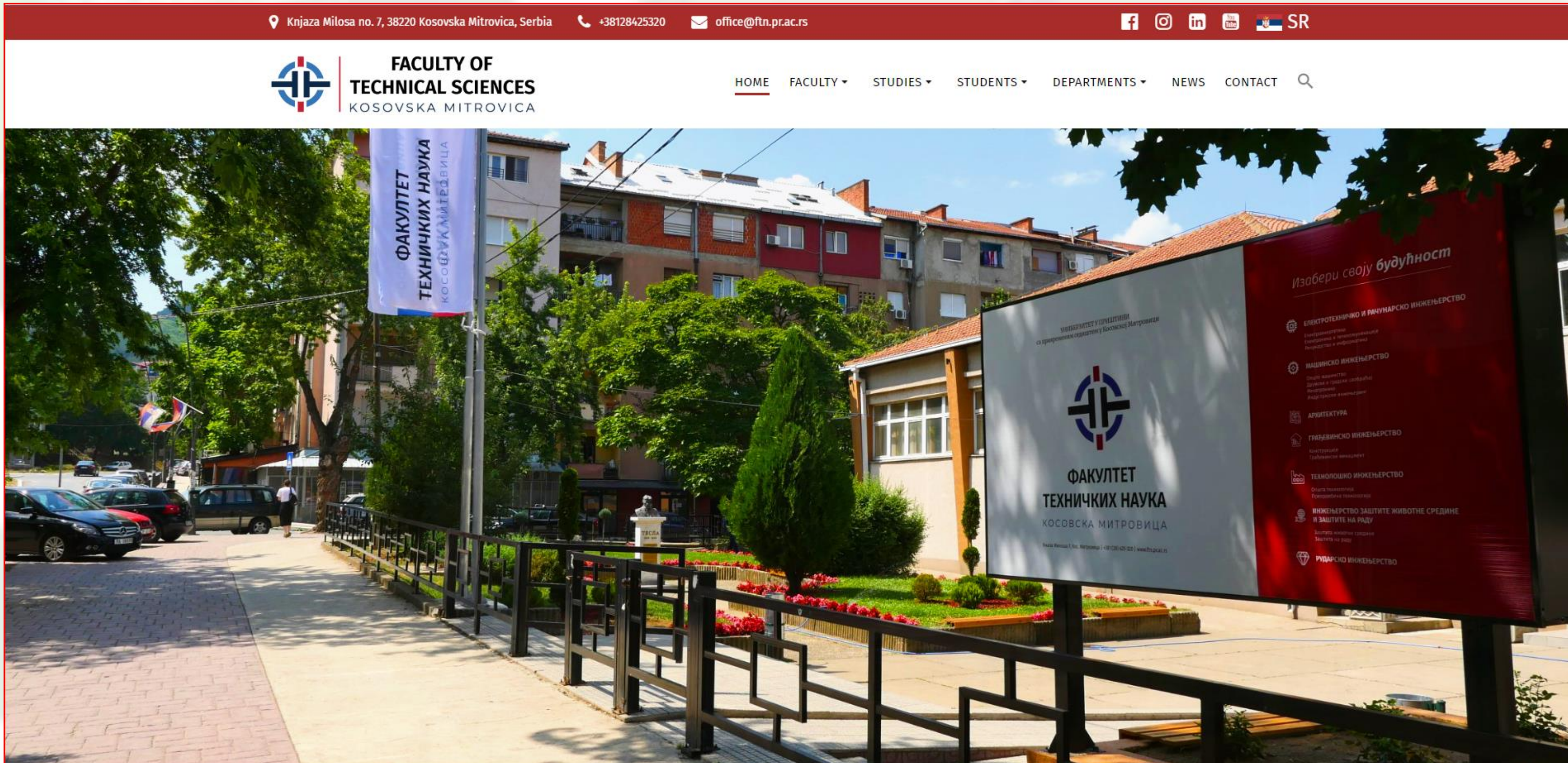
IoT апликације за електрична возила

Funded by the European Union

University of Pristina Kosovska Mitrovica

FACULTY OF TECHNICAL SCIENCES KOSOVSKA MITROVICA

https://ftn.pr.ac.rs/



PELMOB

Интернет ствари за електрична возила

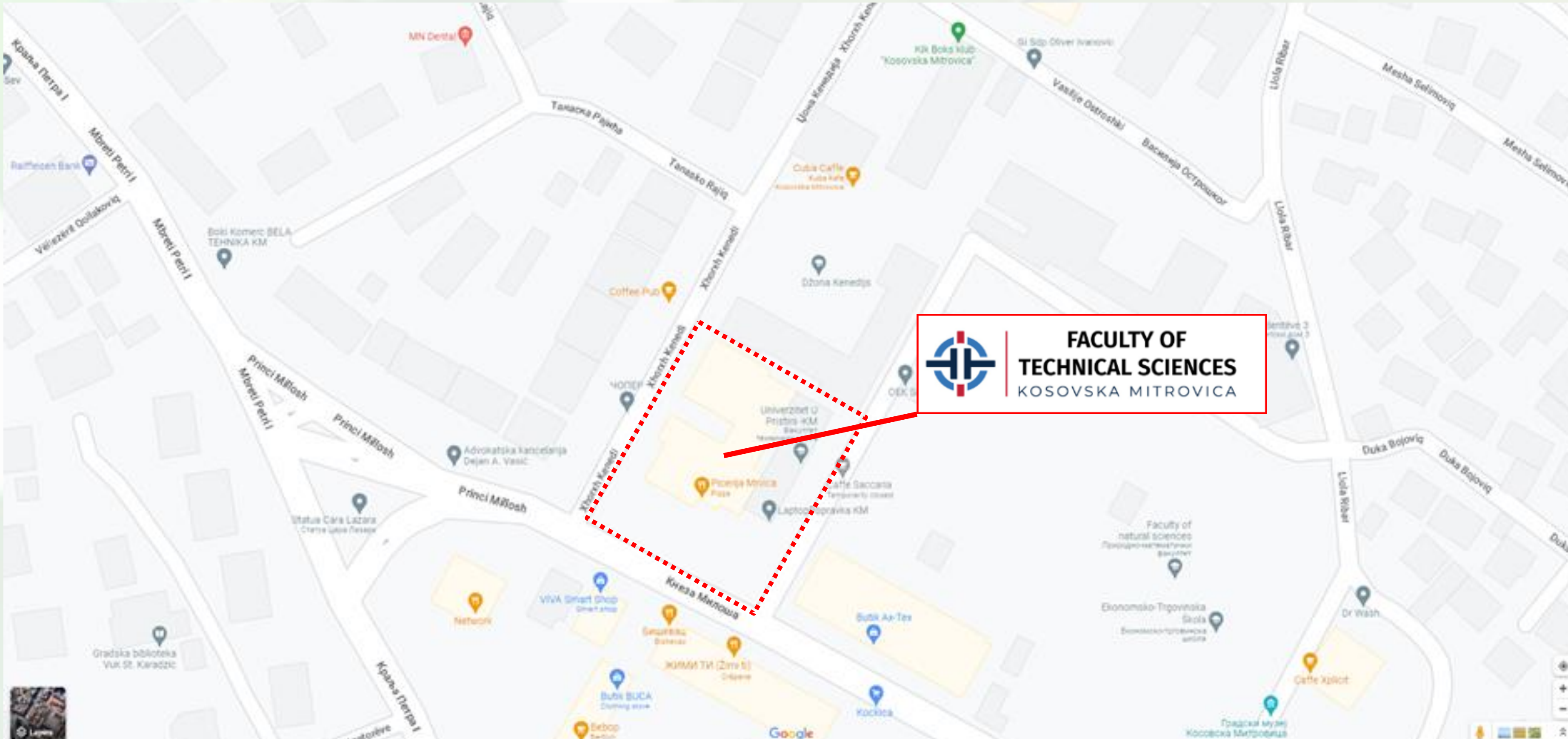
IoT апликације за електрична возила

Funded by the European Union

University of Pristina Kosovska Mitrovica

FACULTY OF TECHNICAL SCIENCES KOSOVSKA MITROVICA

https://www.google.rs/maps/@42.8979479,20.8656299,19z



Интернет ствари за електрична возила

IoT апликације за електрична возила

TCP/IP стек		Стек протокол за IoT/носиве уређаје
HTTP, FTP, SMTP	Application layer	MQTT, CoAP, AMPQ, XMPP
UDP, TCP	Transport layer	UDP
IPv6, IPv4	Network layer	IPv6, 6LoPAN, RPL, thread
Wi-Fi, Ethernet	Physical & data link layer	Wi-Fi, ZigBee, BLE, cellular

Протоколи слоја апликације

MQTT – Message Queuing Telemetry Transport

https://mqtt.org/

CoAP - Constrained Application Protocol

https://coap.space/

XMPP - Extensible Messaging and Presence Protocol

https://xmpp.org/

AMQP - Advanced Message Queuing Protocol

https://www.amqp.org/

WebSocket – for real-time communication

https://websocket.org/

DDS Data Distribution Service – for real-time systems

https://www.dds-foundation.org/

MQTT – Message Queuing Telemetry Transport

Употреба MQTT протокола у електричним возилима

1. **Систем за управљање батеријама (BMS)**:
   - Објављивање података у реалном времену (нпр. температура батерије, напон, стање напуњености).
   - Претплата на команде (нпр. покретање/заустављање пуњења, прилагођавање брзине пуњења).
2. **Комуникација са станицама за пуњење**:
   - Праћење статуса пуњења и потрошње енергије.
   - Слање обавештења (нпр. пуњење завршено, детекција кварова).
3. **Телематика возила**:
   - Пренос података о локацији, брзини и дијагностици на централни сервер.
   - Пријем ажурирања на даљину (OTA - over-the-air) за firmware или софтвер.
4. **Интеграција са мрежом**:
   - Комуникација са паметним мрежама за одговор на потражњу и балансирање оптерећења.
   - Омогућавање услуга возило-у-мрежу (V2G).
5. **Управљање возним парком**:
   - Праћење и управљање више ЕВ-а у реалном времену.
   - Оптимизација рута и потрошње енергије.

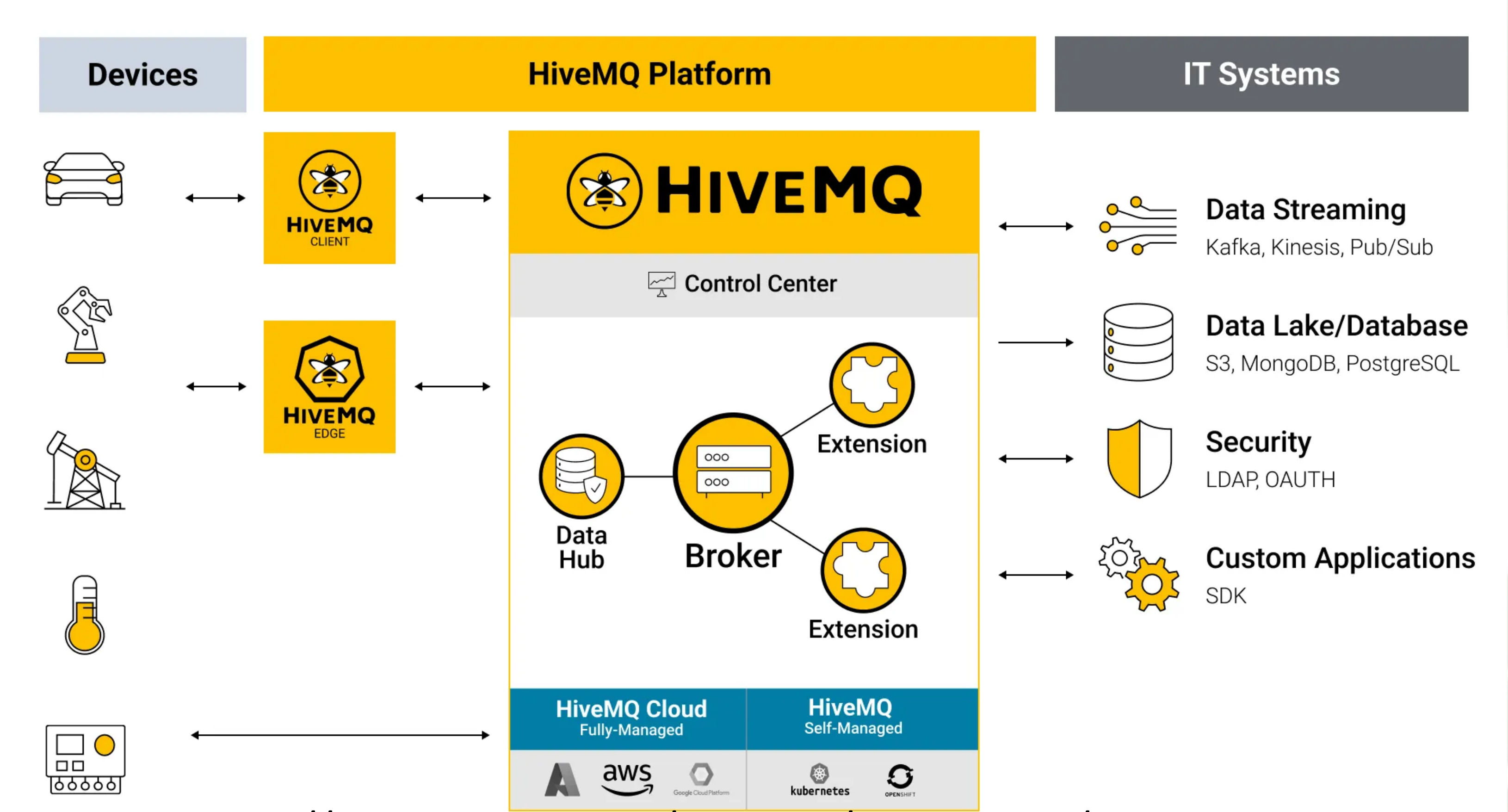
Funded by the European Union

MQTT – Message Queuing Telemetry Transport

MQTT кључне карактеристике за IoT у електричним возилима

1. **Нивои квалитета услуга (QoS)** :
   - **QoS 0**: Достава највише једном (без потврде).
   - **QoS 1**: Достава најмање једном (потврда обавезна).
   - **QoS 2**: Достава тачно једном (гарантована достава).
2. **Задржане поруке**: Брокер чува последњу поруку на некој теми за нове претплатнике.
3. **Последња порука уређаја (LWT)**: Обавештава претплатнике ако се уређај неочекивано искључи.
4. **Безбедност**: Подржава TLS/SSL енкрипцију и аутентификацију (корисничко име/лозинка или сертификати).

MQTT – Message Queuing Telemetry Transport – Примери употребе
HiveMQ-ова поуздана MQTT платформа



https://www.hivemq.com/products/mqtt-broker/

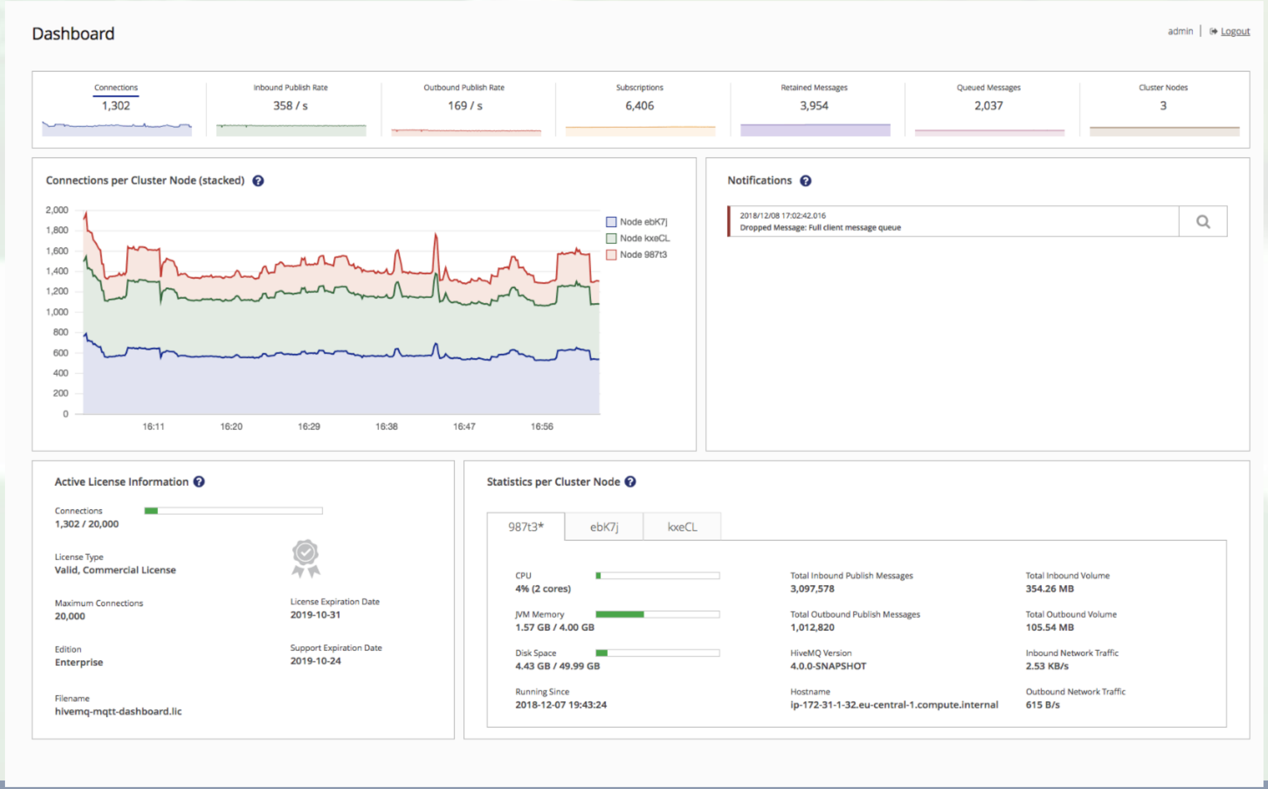
MQTT – Message Queuing Telemetry Transport – Примери употребе

HIVEMQ MQTT

•HiveMQ: BMW апликација за дељење возила ослања се на HiveMQ за поуздано повезивање

Пренос IoT података у реалном времену

HiveMQ-ова поуздана MQTT платформа



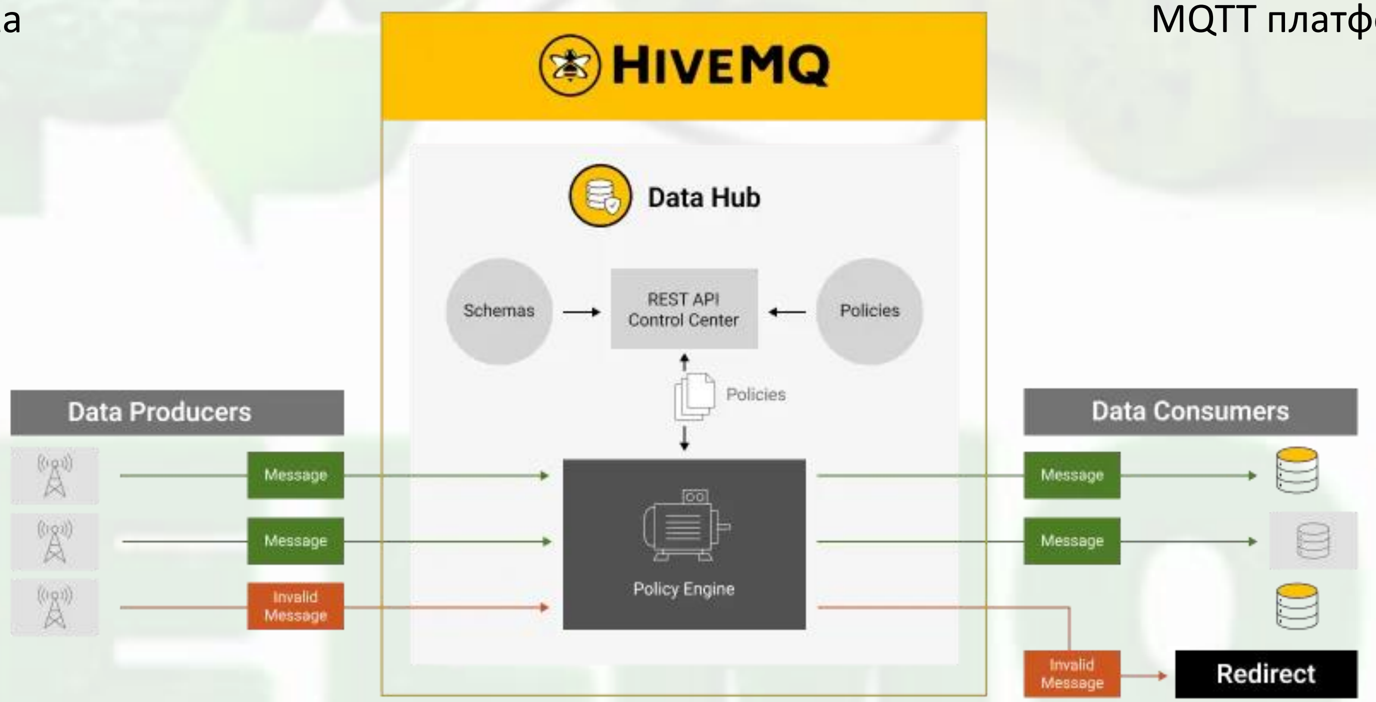
MQTT – Message Queuing Telemetry Transport - Примери употребе

•HiveMQ: BMW апликација за дељење возила ослања се на HiveMQ за поуздано повезивање

HiveMQ Data Hub

Управљајте својим IoT подацима

HiveMQ-ова поуздана MQTT платформа



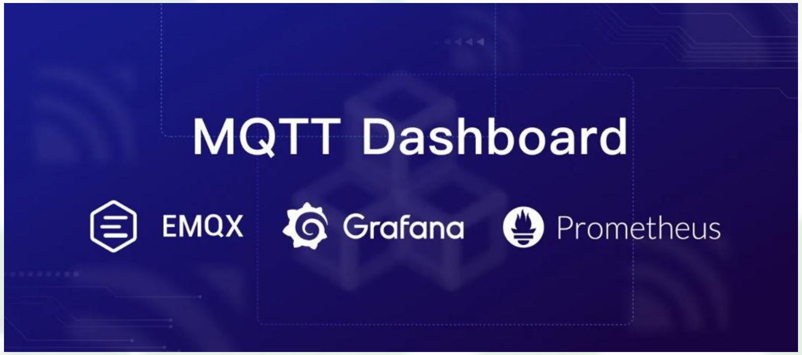
MQTT – Message Queuing Telemetry Transport - Примери употребе

SAIC Volkswagen Co., Ltd.

Нова генерација система Интернета возила (IoV - Internet of Vehicles)

EMQ технологије

Пружалац софтвера за инфраструктуру IoT података отвореног кода



Протоколи слоја апликације

CoAP - Constrained Application Protocol

CoAP кључне карактеристике за IoT у електричним возилима

1. **Модел захтева/одговора:**:
   - Подржава GET, POST, PUT и DELETE методе, слично као HTTP.
   - Омогућава RESTful интеракције са ресурсима ЕВ-а.
2. **Ниска латерација**:
   - Користи UDP за бржу комуникацију, идеално за апликације у стварном времену.
3. **Подршка за мултикаст**:
   - Омогућава комуникацију један-до-више, корисно за емитовање порука више ЕВ-а или станица за пуњење.
4. **Режим надзора**:
   - Омогућава клијентима да се претплате на ресурсе и примају ажурирања када се промене (нпр. ажурирања стања батерије).
5. **Безбедност**:
   - Подржава DTLS (Datagram Transport Layer Security) за енкрипцију и аутентификацију.
   - Пружа механизме за сигуран пренос кључева и аутентификацију уређаја.
6. **Ефикасан формат порука**:
   - Користи бинарни формат за поруке, чиме се смањује преоптерећење у поређењу са текстуалним протоколима као што је HTTP.

CoAP - Constrained Application Protocol

Примене CoAP-а у електричним возилима

1. **Систем за управљање батеријама (BMS)**:
   - Праћење параметара батерије (нпр. температура, напон, стање напуњености) у реалном времену.
   - Слање команди за прилагођавање брзине пуњења или заустављање пуњења.
2. **Комуникација са станицама за пуњење**:
   - Омогућава ЕВ-има да открију и интерагују са станицама за пуњење.
   - Праћење статуса пуњења и потрошње енергије.
3. **Телематика возила**:
   - Пренос дијагностичких података (нпр. локација, брзина, здравље батерије) на централни сервер.
   - Пријем ажурирања на даљину (OTA) за firmware или софтвер.
4. **Интеграција са мрежом**:
   - Комуникација са паметним мрежама за одговор на потражњу и балансирање оптерећења.
   - Омогућавање услуга возило-у-мрежу (V2G).
5. **Управљање возним парком**:
   - Праћење и управљање више ЕВ-а у стварном времену.
   - Оптимизација рута и потрошње енергије.

XMPP – Extensible Messaging and Presence Protocol

XMPP кључне карактеристике за IoT у електричним возилима

1. **Пренос порука у реалном времену**:
   - Омогућава тренутну комуникацију између ЕВ-ова и станица за пуњење.
   - Подржава команде као што су покретање/заустављање пуњења, прилагођавање брзине пуњења и сл.
2. **Ажурирања присутности**:
   - Пружа ажурирања статуса у стварном времену за ЕВ-ове (нпр. пуњење, мировање, квар).
   - Омогућава станицама за пуњење да емитују доступност и статус.
3. **Проширивост (XEP)**:
   - Могу се развијати прилагођена проширења за функционалности специфичне за ЕВ.
   - Пример: XEP-0323 (IoT - подаци са сензора) за пренос података о батерији и возилу.
4. **Безбедност**:
   - Обезбеђује сигурну комуникацију уз TLS/SSL енкрипцију.
   - Подржава механизме аутентификације за ЕВ-ове и станице за пуњење.
5. **Интероперабилност**:
   - Може се интегрисати са другим IoT протоколима (нпр. MQTT, CoAP) преко мрежних пролаза.

XMPP – Extensible Messaging and Presence Protocol

Зашто је XMPP погодан за IoT у електричним возилима

1. **Комуникација у реалном времену**:
   - Омогућава тренутно размењивање порука између ЕВ-ова, станица за пуњење и контролног система.
   - Идеално за мониторинг у стварном времену и контролу ЕВ система.
2. **Информације о присутности**:
   - Пружа ажурирања статуса у реалном времену (нпр. онлајн, офлајн, статус пуњења) за ЕВ-ове и станице за пуњење.
3. **Проширивост**:
   - Подржава XMPP протоколе за проширења (**XEP - XMPP Extension Protocols**), што омогућава прилагођавање за специфичне примене у електричним возилима.
4. **Децентрализована архитектура**:
   - Ради на федеративном серверском моделу, што обезбеђује скалабилност и робустност.
5. **Интероперабилност**:
   - Отворени стандард који функционише на различитим платформама и уређајима.
6. **Безбедност**:
   - Подржава TLS/SSL енкрипцију и SASL аутентификацију за сигурну комуникацију.

AMQP - Advanced Message Queuing Protocol

AMQP кључне карактеристике за IoT у електричним возилима

1. **Поузданост порука**:
   - одржава потврде, трансакције и истрајност порука.
   - Обезбеђује да не дође до губитка података током комуникације.
2. **Флексибилно рутирање**:
   - Користи размене за рутирање порука на основу тема, заглавља или директних правила.
   - Омогућава сложене комуникационе шаблоне (нпр. multicast, fan-out).
3. **Интероперабилност**:
   - Ради на различитим платформама и програмским језицима.
   - Обезбеђује беспрекорну интеграцију са IoT и корпоративним системима.
4. **Скалабилност**:
   - Руководи великим протоком порука, чинећи га погодним за велике возне паркове ЕВ-а и мреже станица за пуњење.
5. **Безбедност**:
   - Подржава TLS/SSL енкрипцију и SASL аутентификацију.
   - Обезбеђује сигурну комуникацију између ЕВ-ова, станица за пуњење и позадинских система.

AMQP – Advanced Message Queuing Protocol

Зашто је AMQP погодан за IoT у електричним возилима

1. **Поузданост**:
   - Обезбеђује испоруку порука уз функције као што су потврде, трансакције и истрајност.
   - Идеално за критичне ЕВ операције као што су пуњење и дијагностика..
2. **Флексибилност**:
   - Подржава сложено рутирање и обрасце порука (нпр. објави/претплати се, од-тачке-до-тачке).
   - Може да обради различите примене EV-а, од телематике до интеграције са мрежом.
3. **Интероперабилност**:
   - Отворени стандард који функционише на различитим платформама и уређајима.
   - Обезбеђује беспрекорну интеграцију са постојећим IoT и корпоративним системима.
4. **Скалабилност**:
   - Руководи великом количином порука, што га чини погодним за велике имплементације ЕВ-а.
5. **Безбедност**:
   - Подржава TLS/SSL енкрипцију и SASL аутентификацију за сигурну комуникацију.

Протоколи слоја апликације

WebSocket – за комуникацију у реалном времену

WebSocket кључне карактеристике за IoT у електричним возилима

1. **Full-Duplex комуникација**:
   - И клијент и сервер могу истовремено да шаљу и примају податке.
   - Омогућава интеракцију у реалном времену између ЕВ-ова и позадинских система.
2. **Ниска преоптерећеност**:
   - Минимално оптерећење протокола у поређењу са HTTP-ом или другим механизмима.
   - Смањује латенцију и побољшава ефикасност.
3. **Трајна конекција**:
   - Једна веза се одржава током целокупне сесије.
   - Елиминише потребу за поновним постављањем везе.
4. **Подршка за више платформи**:
   - Ради са веб прегледачима, мобилним апликацијама и IoT уређајима.
   - Обезбеђује интероперабилност између различитих платформи.
5. **Скалабилност**:
   - Подржава хиљаде паралелних веза, чинећи га погодним за велики број ЕВ имплементација.
6. **Безбедност**:
   - Користи **wss://** за енкриптовану комуникацију, обезбеђујући приватност података и њихову интегритет.

WebSocket – за комуникацију у реалном времену

Примене WebSocket-а за IoT у електричним возилима

1. **Мониторинг у реалном времену**:
   - Пренос података у реалном времену (нпр. статус батерије, локација, брзина) са ЕВ-ова на централни сервер.
   - Праћење напретка пуњења и потрошње енергије.
2. **Даљинско управљање** :
   - Слање команди ЕВ-овима (нпр. покретање/заустављање пуњења, прилагођавање брзине пуњења).
   - Удаљено управљање станицама за пуњење.
3. **Управљање возним парком**:
   - Праћење и управљање више ЕВ-ова у ралном времену.
   - Оптимизација рута и потрошње енергије.
4. **Интеграција са мрежом**:
   - Комуникација са паметним мрежама за одговор на потражњу и балансирање оптерећења.
   - Омогућавање услуга возило-у-мрежу (V2G).
5. **Обавештења у случају ванредних ситуација**:
   - Слање обавештења у реалном времену о кваровима, несрећама или празној батерији.
6. **Ажурирања на даљину (OTA)**:
   - Пренос firmware или софтверских ажурирања на ЕВ-а у реалном времену.

DDS Data Distribution Service – за системе у реалном времену

DDS ključне карактеристике за IoT у електричним возилима

1. **Комуникација заснована на подацима**:
   - Фокусира се на податке, а не на уређаје, омогућавајући беспрекорну размену података између ЕВ-ова и система.
2. **Квалитет услуге (QoS)**:
   - Пружа подешавање политика за поузданост, трајност, латенцију и ширину опсега..
   - Пример: Обезбеђује испоруку критичних података о батерији у реалном времену.
3. **Децентрализовани Peer-to-Peer модел**:
   - Укида потребу за централним брокером, смањујући латенцију и појединачне тачке отказа.
4. **Динамичко откривање**:
   - Аутоматски открива издаваче и претплатнике у мрежи.
   - Поједностављује распоређивање и управљање.
5. **Интероперабилност** :
   - Ради на различитим платформама и програмским језицима.
   - Обезбеђује беспрекорну интеграцију са постојећим системима.
6. **Безбедност**:
   - Подржава енкрипцију, аутентификацију и контролу приступа за сигурну комуникацију.

Интернет ствари за електрична возила

IoT апликације за електрична возила

Протоколи слоја апликације

Примене DDS-а за IoT у електричним возилима

DDS. DRIVING INNOVATION FOR OVER 20 YEARS

1. **Систем за управљање батеријама (BMS)**:
   - Пренос података о батерији у реалном времену (нпр. температура, напон, стање напуњености)
   - Примена команди за пуњење/пражњење батерије.
2. **Системи за управљање возилом**:
   - Омогућава комуникацију у реалном времену између подсистема ЕВ-а (нпр. контрола мотора, кочење, управљање).
3. **Комуникација са станицама за пуњење**:
   - Олакшава интеракцију између ЕВ-ова и станица за пуњење.
   - Праћење статуса пуњења и потрошње енергије.
4. **Управљање возним парком**:
   - Праћење и управљање више ЕВ-ова у реалном времену.
   - Оптимизација рута и потрошње енергије.
5. **Интеграција са мрежом**:
   - Комуникација са паметним мрежама за одговор на потражњу и балансирање оптерећења.
   - Омогућавање услуга возило-у-мрежу (V2G).
6. **Телематика и дијагностика**:
   - Пренос дијагностичких података (нпр. локација, брзина, здравље батерије) на централни сервер.
   - Пријем ажурирања на даљину (OTA) за firmware или софтвер.

Протоколи транспортног слоја

TCP (Transmission Control Protocol) – за поуздану комуникацију

https://www.ibm.com/docs/en/aix/7.2?topic=management-transmission-control-protocolinternet-protocol

UDP (User Datagram Protocol) – за лаку комуникацију са малим кашњењем

https://www.erg.abdn.ac.uk/users/gorry/course/inet-pages/udp.html

DTLS (Datagram Transport Layer Security) – за сигурну комуникацију

TCP (Transmission Control Protocol) – за поуздану комуникацију

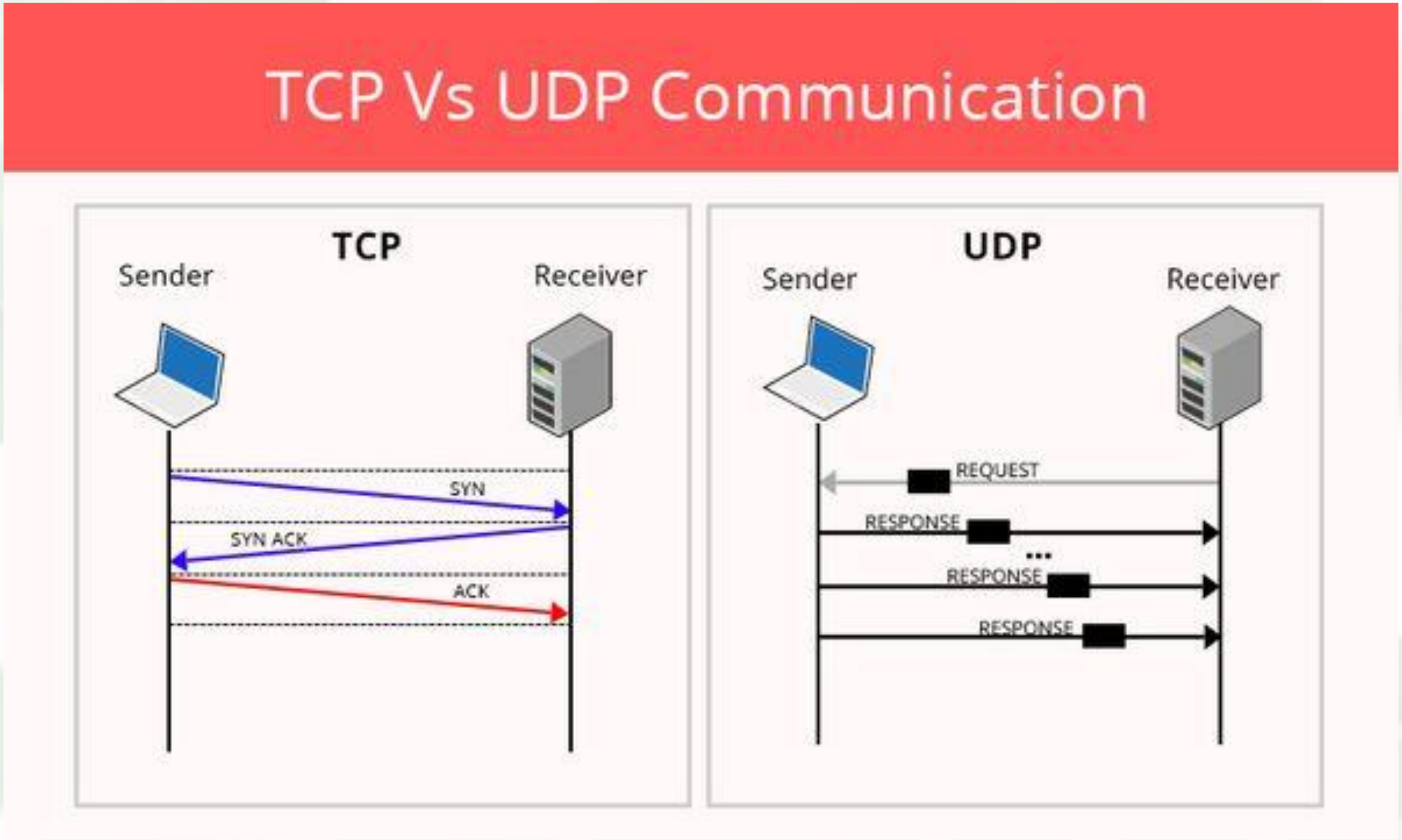
Популарне TCP имплементације за ЕВ IoT

1. **API сокети**:
   - Ниsколевелни API за TCP комуникацију у различитим програмским језицима.
   - Пример: Python-ова сокет библиотека, java.net Јава пакет.
2. **HTTP/HTTPS**:
   - Изграђен на основу TCP-а, широко коришћен за комуникацију засновану на вебу.
   - Пример: REST API за телематику и дијагностику ЕВ-ова.
3. **MQTT преко TCP-а**:
   - MQTT користи TCP као свој транспортни слој, пружајући поуздану размену порука за IoT.
4. **WebSocket преко TCP-а**:
   - WebSocket користи TCP за комуникацију у реалном времену, двосмерну комуникацију.

UDP (User Datagram Protocol) – за лаку комуникацију са малим кашњењем

Примене UDP-а за IoT у електричним возилима

1. **Телематика у реалном времену**:
   - Пренос података о возилу у реалном времену (нпр. локација, брзина, статус батерије) на централни сервер.
   - Идеално за апликације где је повремени губитак података прихватљив.
2. **Стримовање података са сензора**:
   - Стримовање података са сензора високе фреквенције (нпр. температура, напон) са ЕВ-ова на cloud платформу.
3. **Комуникација са станицама за пуњење**:
   - Омогућава ЕВ-овима да открију и интерагују са станицама за пуњење користећи мултикаст.
4. **Управљање возним парком**:
   - Праћење и управљање више ЕВ-ова у реалном времену уз ажурирања са ниском латенцијом.
5. **Обавештења у случају ванредних ситуација**:
   - Слање обавештења у реалном времену о кваровима, несрећама или празној батерији.
6. **Ажурирања на даљину (OTA)**:
   - Емитујте ажурирања firmware-а или софтвера на више ЕВ-а истовремено.


TCP Vs UDP Communication
TCP
Sender
Receiver
SYN
SYN ACK
ACK
UDP
Sender
Receiver
REQUEST
RESPONSE
...
RESPONSE
RESPONSE

Интернет ствари за електрична возила

IoT апликације за електрична возила

Протоколи транспортног слоја

DTLS (Datagram Transport Layer Security) – за сигурну комуникацију

DTLS је критичан безбедносни протокол за IoT апликације у електричним возилима, који пружа енкрипцију, аутентификацију и интегритет података за комуникацију засновану на датаграмима.

Предности DTLS-а за IoT у електричним возилима

1. **Безбедност**: Пружа енкрипцију, аутентификацију и интегритет података за сигурну комуникацију.
2. **Ниска латенција**: Дизајниран за употребу са UDP-ом, обезбеђујући брзу и ефикасну комуникацију.
3. **Интероперабилност**: Заснован на широко коришћеном TLS протоколу, обезбеђујући компатибилност са постојећим системима.
4. **Скалабилност**: Руководи великим имплементацијама са преносом података високе фреквенције.
5. **Поузданост**: Укључује механизме за руковање губитком пакета и поновно преуређивање.

Протоколи мрежног слоја

IPv4 and IPv6

https://www.geeksforgeeks.org/differences-between-ipv4-and-ipv6/

LoWPAN - Pv6 over Low-Power Wireless Personal Area Netw

https://www.mi.fu-berlin.de/inf/groups/ag-tech/teaching/2012-13_WS/L_19528_Embedded_Internet_and_the_Internet_of_Things/06.pdf

RPL - Routing Protocol for Low-Power and Lossy Networks

https://www.geeksforgeeks.org/rpl-ipv6-routing-protocol/

Thread

https://threadgroup.org/

LoRaWAN

https://lora-alliance.org/

IPv4 and IPv6

IPv4	IPv6
Deployed 1981	Deployed 1998
32-bit IP address	128-bit IP address
4.3 billion addresses Addresses must be reused and masked	$7.9x10^{28}$ addresses Every device can have a unique address
Numeric dot-decimal notation 192.168.5.18	Alphanumeric hexadecimal notation 50b2:6400:0000:0000:6c3a:b17d:0000:10a9 (Simplified - 50b2:6400::6c3a:b17d:0:10a9)
DHCP or manual configuration	Supports autoconfiguration

IPv4 and IPv6

Примене у IoT за електрична возила

1. **Имплементације великог обима**:
   - IPv6 обиман адресни простор подржава растући број ЕВ-ова, станица за пуњење и IoT уређаја.
2. **Директно адресирање**:
   - Уклања потребу за NAT-ом, омогућавајући директну комуникацију између уређаја.
3. **Комуникација у реалном времену**:
   - Ефикасна структура заглавља IPv6 смањује латенцију, што га чини идеалним за апликације у реалном времену у ЕВ-овима.
4. **Интеграција са мрежом**:
   - Олакшава комуникацију између ЕВ-ова и паметних мрежа за одговор на потражњу и балансирање оптерећења.
5. **Ажурирања на даљину (OTA)**:
   - Омогућава сигурна и ефикасна OTA ажурирања за ЕВ-ове и станице за пуњење.
6. **Управљање возним парком**:
   - Подржава праћење у реалном времену и управљање великим бројем ЕВ-ова.

Протоколи мрежног слоја

IPv4 and IPv6

Док је IPv4 и даље широко коришћен у IoT за електрична возила, његова ограничења у адресном простору, ефикасности и безбедности чине га мање погодним за имплементације великог обима.

IPv6, са својим обимним адресним простором, побољшаном ефикасношћу и уграђеном безбедношћу, све више се преферира за ЕВ IoT апликације.

6LoWPAN (IPv6 over Low-Power Wireless Personal Area Netw

6LoWPAN
IPv6-based Low-power Wireless Personal Area Networks

6LoWPAN је погодан за IoT у електричним возилима

1.Подршка за IPv6:
- Омогућава беспрекорну интеграцију са интернетом и другим системима заснованим на IPv6.
- Пружа виртуелно неограничен адресни простор за имплементације ЕВ-а великог обима.

2.Ниска потрошња енергије:
- Оптимизован за уређаје са ниском потрошњом енергије, што га чини идеалним за батеријски напајање ЕВ-ова и сензора.

3.Ефикасна комуникација:
- Компримује IPv6 пакете како би смањио оптерећење, обезбеђујући ефикасно коришћење ограничене ширине пропусног опсега.

4.Скалабилност:
- Подржава велике мреже уређаја, као што су возни паркови ЕВ-ова и станице за пуњење.

5.Интероперабилност:
- Ради са постојећом IPv6 инфраструктуром и протоколима, осигуравајући компатибилност.

6.Мрежно умрежавање (Mesh Networking):
- Подржава мрежне топологије, омогућавајући робусну и флексибилну комуникацију у динамичким окружењима.

RPL - Routing Protocol for Low-Power and Lossy Networks

RPL кључне карактеристике за IoT у електричним возилима

1.Рутирање на основу вектора удаљености:
- Користи алгоритам заснован на вектору удаљености за одређивање најбољих путева за пренос података.

2.Само-регулација:
- Аутоматски поправља мрежну топологију у случају отказивања уређаја или промена.

3.Подршка за IPv6:
- Ради са 6LoWPAN-ом како би омогућио IPv6 конекцију за уређаје са ниском потрошњом енергије.

4.Енергетска ефикасност:
- Оптимизује путање рутирања како би минимизирао потрошњу енергије, продужавајући трајање батерије уређаја.

5.Скалабилност:
- Подржава велике мреже са хиљадама уређаја, што га чини идеалним за возне паркове ЕВ-а и станице за пуњење.

6.Безбедност:
- Може се комбиновати са протоколима као што је DTLS за сигурну комуникацију.

Thread

THREAD

Thread кључне карактеристике за IoT у електричним возилима

1.IPv6 компатибилност:

- Омогућава директну комуникацију са системима заснованим на IPv6, као што су cloud платформе и паметне мреже.

2.Мрежно умрежавање (Mesh Networking):

- Подржава само-регулационе мрежне топологије, осигуравајући поуздану комуникацију, чак и ако неки уређаји откажу.

3.Ниска потрошња енергије:

- Оптимизован за уређаје на батерије, осигуравајући дуг радни век.

4.Безбедност:

- Користи AES-128 енкрипцију и сигурно покретање за аутентификацију уређаја.
- Осигурава приватност података и интегритет.

5.Скалабилност:

- Подржава велике мреже уређаја, што га чини идеалним за возне паркове ЕВ-а и станице за пуњење.

6.Интероперабилност:

- Ради са постојећом IPv6 инфраструктуром и протоколима, осигуравајући компатибилност.

Протоколи мрежног слоја

LoRaWAN (long-range wide area network)

LoRaWAN кључне карактеристике за IoT у електричним возилима

1.Комуникација на великим растојањима:
- Омогућава комуникацију преко великих раздаљина, смањујући потребу за густом инфраструктуром.

2.Ниска потрошња енергије:
- Оптимизован за уређаје на батерије, осигуравајући дуг радни век.

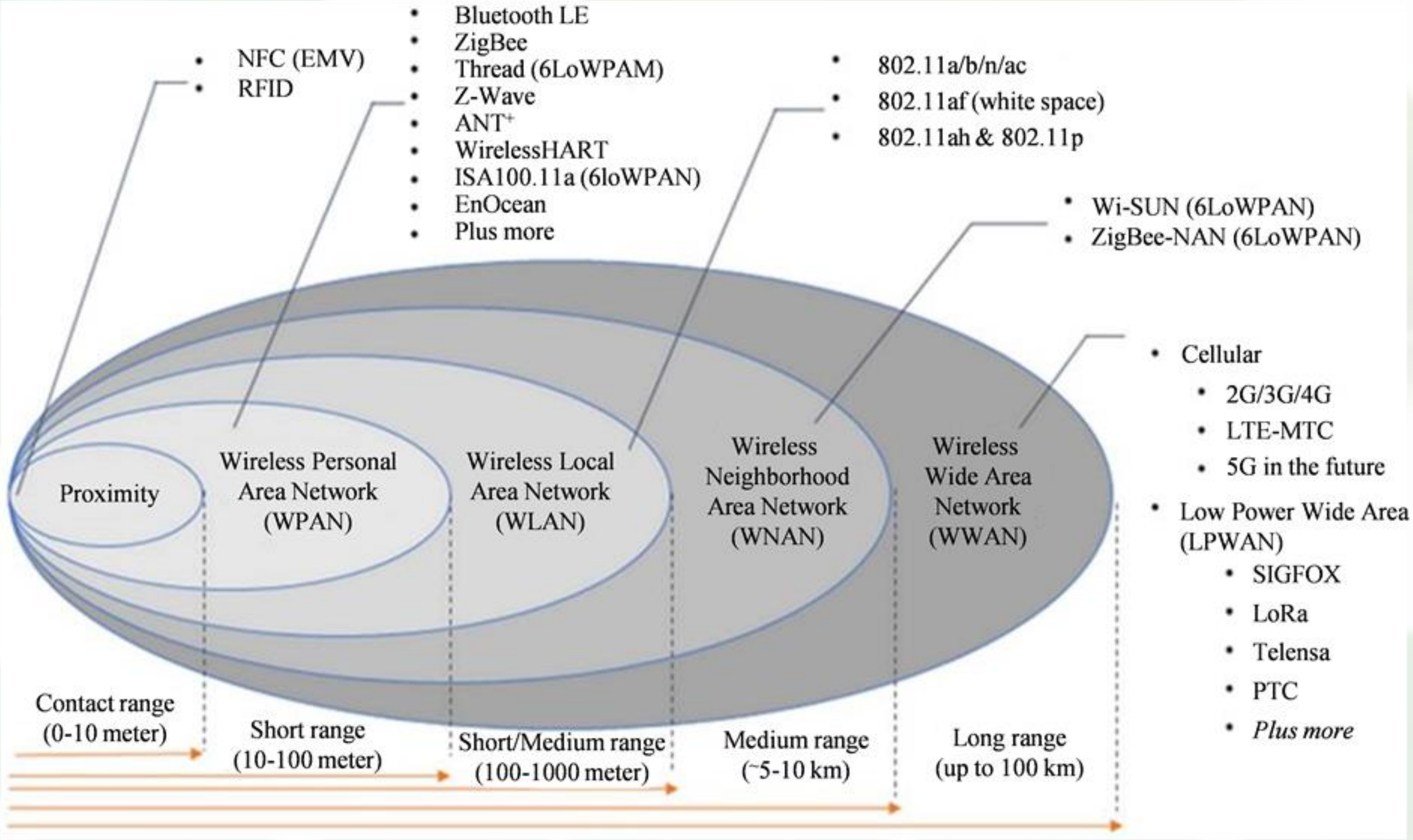
3.Скалабилност:
- Подржава велике мреже са хиљадама уређаја, што га чини идеалним за возне паркове ЕВ-а и станице за пуњење.

4.Сигурна комуникација:
- Пружа енкрипцију од краја до краја (AES-128) за сигуран пренос података.

5.Адаптивни проток података (ADR):
- Прилагођава брзину преноса података на основу услова мреже, оптимизујући перформансе и потрошњу енергије.

6.Интероперабилност:
- Отворени стандард који подржава LoRa Алијанса, осигуравајући компатибилност између уређаја и мрежа.

Бежичне IoT технологије повезивања



https://www.scirp.org/journal/PaperInformation?paperID=65802&

Протоколи и технологије у физичком слоју и слоју везе података

Опсег контакта

NFC and RFID (Short Range, Low Data Rate, Low Power)

NFC

RFID

https://www.integrasources.com/blog/differences-between-rfid-and-nfc-systems-their-applications-and-alternatives/

Протоколи и технологије у физичком слоју и слоју везе података

Опсег контакта

NFC and RFID (Кратак домет, мала брзина преноса података, ниска потрошња енергије)

NFC (Near Field Communication) нуди сет комуникационих протокола и технологија који користе електромагнетна поља и омогућавају једноставну и сигурну двосмерну интеракцију између електронских уређаја.

- Опсег је веома кратак, обично мањи од 10 cm, дизајниран за комуникацију на малим растојањима (беспконтактна плаћања, контроле приступа).
- Потрошња енергије остаје ниска, јер је NFC намењен кратким, краткорочним интеракцијама (мобилни новчаници, паметни постери).
- Пренос података достиже брзине до 424 kbps, што је довољно за брзу размену малих количина података (упаривање уређаја, аутентификација).

Протоколи и технологије у физичком слоју и слоју везе података

Опсег контакта

NFC and RFID (Кратак домет, мала брзина преноса података, ниска потрошња енергије)

	RFID	NFC	Bluetooth
Network type	Point-to-point	Point-to-point	WPAN
Communication	Unidirectional	Bidirectional	Bidirectional
Security	Hardware and protocol level	Hardware and protocol level	Protocol level
Range	Up to 100 m	<0.2 m	~100 m (class 1)
Frequency	LF/HF/UHF/Microwave	13.56 MHz	2.4–2.5 GHz
Bit rate	Varies with frequency	Up to 424 kbit/s	2.1 Mbit/s
Set-up time	<0.1 s	<0.1 s	<6 s
Power consumption	Varies with frequency	<15 mA	Varies with class
Continuous sampling	No	Yes	Yes

Funded by the European Union

Протоколи и технологије у физичком слоју и слоју везе података

Опсег контакта

NFC (Кратак домет, мала брзина преноса података, ниска потрошња енергије)

Near Field Communication (NFC) је технологија бежичне комуникације на кратким растојањима која омогућава размену података између уређаја који се налазе у близини, обично на удаљености од неколико центиметара

Кључне примене NFC технологије у екосистему електричних возила (ЕВ) :

1. Приступ станицама за пуњење и плаћање

- **Беспрекорна аутентификација**: NFC се може користити за брзу и сигурну аутентификацију на станицама за пуњење електричних возила. Корисници могу једноставно допрети својим NFC-ом овлашћеним уређајем (као што је паметни телефон или картица) да покрену процес пуњења..
- **Беспконтактна плаћања**: NFC омогућава сигурна и погодна беспконтактна плаћања за услуге пуњења, елиминишући потребу за физичким новцем или картама.

2. Приступ возилу и покретање

- **Безкључни улаз**: NFC може омогућити безкључни улаз у електрично возило. Корисници могу откључати своје возило тако што ће допрети NFC-ом овлашћеним уређајем или картицом на врата возила.
- **Start/Stop функција**: NFC се такође може користити за покретање и заустављање возила, пружајући додатни ниво удобности и сигурности.

Протоколи и технологије у физичком слоју и слоју везе података

Опсег контакта **NFC (Кратак домет, мала брзина преноса података, ниска потрошња енергије)**

3. Одржавање и дијагностика

- **Приступ сервису**: NFC може бити коришћен за пружање приступа сервисним техничарима дијагностичким системима возила. Ово може убрзати процесе одржавања и обезбедити да само овлашћени стручњаци имају приступ осетљивим информацијама.

- **Записи одржавања**: NFC ознаке (тагови) могу чувати записе одржавања и историју сервиса, што олакшава како корисницима, тако и сервисним провајдерима, праћење одржавања и историје возила.

4. Побољшана сигурност

- **Мере против крађе**: NFC може побољшати сигурност возила захтевајући да се NFC-ом овлашћени уређај или картица користи за откључавање и покретање возила, чиме се смањује ризик од крађе.

- **Сигуран пренос података**: NFC обезбеђује сигуран пренос података између уређаја, што је кључно за осетљиве операције као што су плаћања и контрола приступа.

Протоколи и технологије у физичком слоју и слоју везе података

Опсег контакта **NFC (Кратак домет, мала брзина преноса података, ниска потрошња енергије)**

5. Интеграција са паметним мрежама

- **Одговор на захтев**: NFC може олакшати комуникацију између електричних возила и паметних мрежа, омогућавајући програме одговора на захтев у којима се возила могу пунити током невршних сати на основу сигнала из мреже.
- **Трговина енергијом**: NFC може подржати трговину енергијом од корисника до корисника, омогућавајући власницима електричних возила да купују и продају енергију директно са другим корисницима или са мрежом.

6. Управљање возним парком

- **Аутентификација возача**: За оператере возног парка, NFC се може користити за аутентификацију возача, осигуравајући да само овлашћено особље може управљати возилима.
- **Праћење коришћења**: NFC може помоћи у праћењу коришћења возила и понашања возача, пружајући вредне податке за управљање возним парком и оптимизацију.

Протоколи и технологије у физичком слоју и слоју везе података

Опсег контакта

NFC (Кратак домет, мала брзина преноса података, ниска потрошња енергије)

NFC

PELMOB

University of Pristina Kosovska Mitrovica

Интернет ствари за електрична возила
IoT апликације за електрична возила
Протоколи и технологије у физичком слоју и слоју везе података

Funded by the European Union

FACULTY OF TECHNICAL SCIENCES KOSOVSKA MITROVICA

Опсег контакта

Radio-Frequency Identification (RFID)

1. Идентификација возила и возача
RFID ознаке могу бити прикачене на електрична возила или их возачи могу држати као RFID картице / привезке за кључеве ради аутентификације и омогућавања беспрекорног пуњења..

2.Прикупљање података у реалном времену
Праћење коришћења електричних возила, укључујући време пуњења и обрасце, који се могу користити за оптимизацију распоређивања и коришћења станица за пуњење.

3. Тачно наплаћивање
Станице за пуњење могу тачно пратити и наплаћивати корисницима електричних возила њихову употребу пуњења, смањујући ризик од грешака или превеликог наплаћивања.

4. Повећана безбедност
Ву Осигуравањем да само овлашћени корисници имају приступ станицама за пуњење и праћењем коришћења возила, смањује се ризик од крађе.

5. Скалабилност
Олакшава распоређивање великих мрежа станица за пуњење и управљање великим возним парковима електричних возила.

6. Будућа прилагодљивост
Високо адаптибилна и флексибилна технологија, што значи да се може лако надоградити или интегрисати с другим технологијама у будућности, чиме се осигурава да остане релевантна и корисна.

PELMOB
University of Pristina Kosovska Mitrovica
Funded by the European Union
FACULTY OF TECHNICAL SCIENCES KOSOVSKA MITROVICA

Протоколи и технологије у физичком слоју и слоју везе података

Опсег контакта **RFID (Кратак домет, мала брзина преноса података, ниска потрошња енергије)**

Радиофреквентна идентификација (RFID - Radio-Frequency Identification) Радиофреквентна идентификација (RFID) је бежична технологија која користи електромагнетна поља за аутоматско идентификовање и праћење ознака прикључених на објекте. У екосистему електричних возила, RFID може имати значајну улогу у побољшању ефикасности, сигурности и корисничког искуства.

Протоколи и технологије у физичком слоју и слоју везе података

Кратак домет

Bluetooth (Кратак домет, велика брзина преноса података, ниска потрошња енергије)

Bluetooth® Bluetooth® Low Energy

https://www.bluetooth.com/learn-about-bluetooth/key-attributes/range/

Z-Wave (Кратак домет, мала брзина преноса података, ниска потрошња енергије)

Z-WAVE®

https://www.techtarget.com/iotagenda/definition/Z-Wave

Протоколи и технологије у физичком слоју и слоју везе података

Кратак домет

Bluetooth (и Bluetooth Low Energy - BLE)
Преглед

- **Фреквенција**: 2.4 GHz ISM опсег.
- **Домет**: До 100 метара (Класа 1), обично 10-30 метара (Класа 2).
- **Потрошња енергије**: ниска (посебно BLE).
- **Брзина преноса података**: 1-3 Mbps (Bluetooth Classic), 125 Kbps-2 Mbps (BLE).

Примене у IoT за електрична возила

1. **Повезаност у возилу**:
   - Повезивање паметних телефона, инфо-забавних система и носивих уређаја са ЕВ.
2. **Систем управљања батеријом (BMS)**:
   - Пренос података у реалном времену о стању батерије (нпр. температура, напон, ниво напуњености) на мобилну апликацију..
3. **Комуникација са станицама за пуњење**:
   - Омогућавање електричним возилима да комуницирају са оближњим станицама за пуњење.
4. **Дијагностика и одржавање**:
   - Пружање бежичног приступа дијагностичким подацима ЕВ-а за одржавање и решавање проблема.

Протоколи и технологије у физичком слоју и слоју везе података

Кратак домет

Bluetooth Low Energy (BLE) Систем за праћење притиска у гумама

Bluetooth
Bluetooth® Low Energy

Протоколи и технологије у физичком слоју и слоју везе података

Кратак домет

Bluetooth® Low Energy

BA100 Bluetooth 4.0
Аутоматски систем за праћење батерије

Протоколи и технологије у физичком слоју и слоју везе података

Кратак домет

Z-Wave (Кратак домет, мала брзина преноса података, ниска потрошња енергије)

Z-Wave je погодан за IoT у електричним возилима

1.Ниска потрошња енергије:
- Оптимизован за уређаје на батерије, што га чини идеалним за ЕВ и сензоре са ограниченом енергијом.

2.Поузданост:
- Ради у под-1 GHz опсегу (обично 908.42 MHz у САД), смањујући интерференцију од других бежичних уређаја.

3.Мрежно умрежавање:
- Подржава саморегулишуће мреже, побољшавајући поузданост и покривеност у динамичким окружењима.

4.Интероперабилност:
- Сертификовани уређаји различитих произвођача раде заједно без проблема, осигуравајући компатибилност.

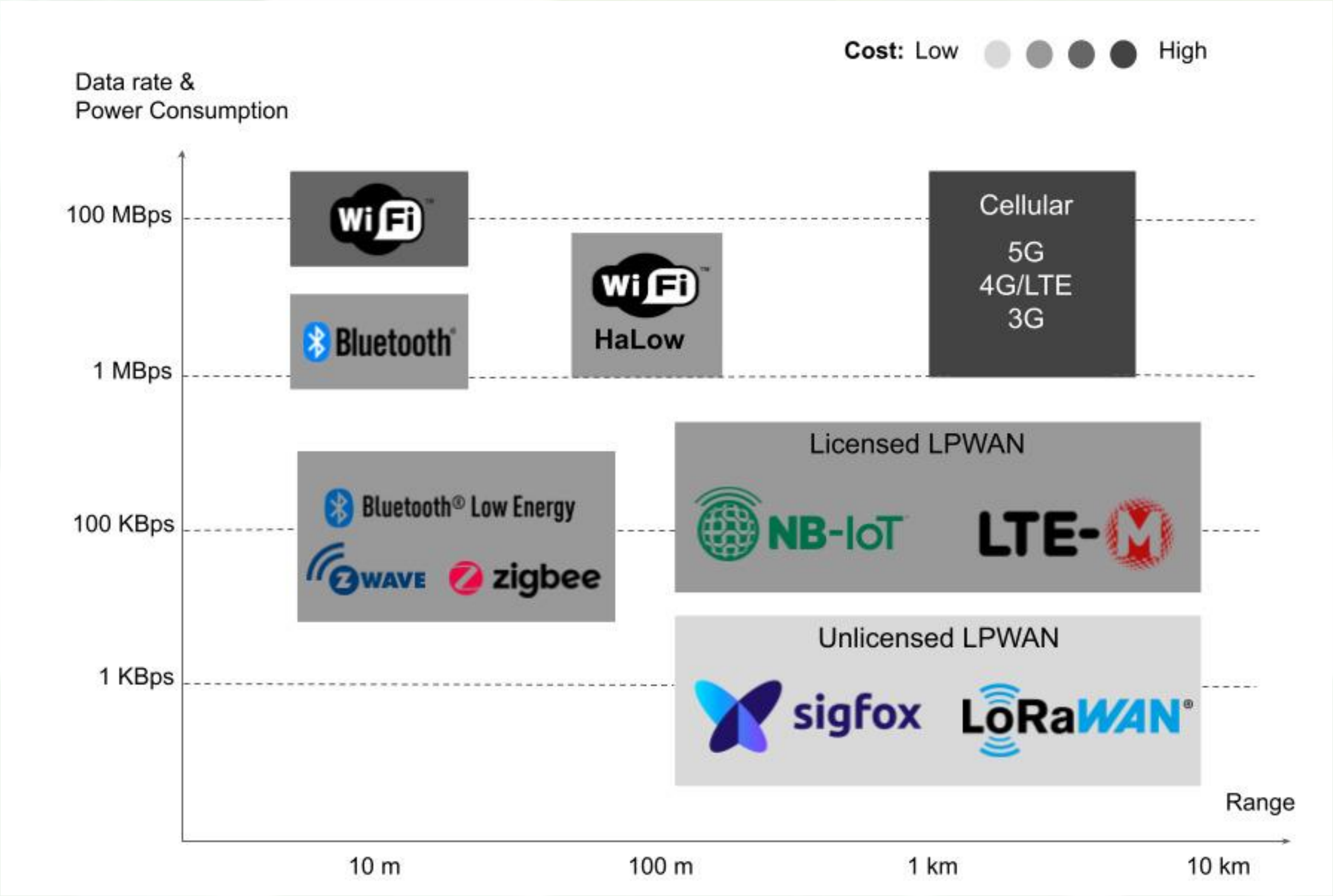
5.Безбедност:
- Пружа AES-128 енкрипцију за сигурну комуникацију.

6.Лакоћа коришћења:
- едноставна поставка и конфигурација, што га чини кориснички пријатним за примене у ЕВ.

Интернет ствари за електрична возила

IoT апликације за електрична возила

Бежичне технологије, њихов пропусни опсег, домет и потрошња енергије



https://promwad.com/news/low-power-wireless-technologies

Интернет ствари за електрична возила
IoT апликације за електрична возила
Bluetooth, WiFi и Zigbee

	Кратак домет	Средњи домет	Средњи домет
	Bluetooth	WiFi	Zigbee
Specifications authority	Bluetooth Special Interest Group (SIG)	IEEE Standards Association	Zigbee Alliance
Standard	802.15.1	802.11	802.15.4
Frequency band	2.4 GHz	2.4 GHz and 5GHz	2.4 GHz, 850 – 930 MHz
Data rate	1-3 Mbps	10-100+ Mbps	20-250 Kbps
Transmission range	Up to 100m	Up to 100m	Up to 100m
Power consumption	Very low	High	Low
Network topology	Ad hoc, point to point, star	Point to hub, ad hoc	Mesh, star, tree, ad hoc
Security	62 bit, 128 bit	Authentication service set ID (SSID)	128 bit AES and application layer user defined
Complexity	Very complex	Complex	Simple
Cost	Medium	Low	High
Application	Wireless audio streaming and data transfer, smart wearables and fitness trackers, beacon networks	Wireless local area network connection, broadband Internet access	Home automation and control, industrial monitoring sensor network

https://www.mokosmart.com/bluetooth-vs-wifi-vs-zigbee-which-is-better/

Протоколи и технологије у физичком слоју и слоју везе података

Средњи домет

Wi-Fi (Средњи домет, висока брзина преноса података, велика снага)

Због тога што Wi-Fi троши релативно више енергије у поређењу са другим технологијама, често се занемарује за уређаје на батерије, али његова свеприсутност и ниска цена чине га изводљивом опцијом за одређене апликације.

ZigBee (Средњи домет, мале брзине преноса података, мала снага)

ZigBee мреже карактеришу ниска потрошња енергије, ниске брзине преноса података (до 250 kbps), као и домет повезивања на оптичкој видљивости до 300 m, а у затвореном простору до 100 m.

Бежичне технологије кратког домета
Bluetooth, WiFi и Zigbee

WiFi
Преглед

- **Фреквенција**: 2.4 GHz и 5 GHz опсези.
- **Домет**: До 100 m (у затвореном), 300 m (на отвореном).
- **Потрошња енергије**: Умерена до висока.
- **Брзина преноса података**: До 1 Gbps (WiFi 6).

Примена у IoT за електрична возила

1. **Повезаност у возилу**:
   - Омогућава брзи интернет приступ за путнике и инфо-забавне системе.
2. **Комуникација са станицама за пуњење**:
   - Омогућава размену података високе брзине између електричних возила и станица за пуњење.
3. **Ажурирања на даљину (OTA)**:
   - Олакшава брза и поуздана ажурирања firmware и софтвера за електрична возила.
4. **Управљање возним парком**:
   - Подржава праћење и управљање електричним возилима у реалном времену.

Бежичне технологије кратког домета
Bluetooth, WiFi и Zigbee

Zigbee
Преглед
•**Фреквенција**: 2.4 GHz ISM опсег.
•**Домет**: До 100 m (линија видљивости).
•**Потрошња енергије**: Веома ниска.
•**Брзина преноса података**: 250 Kbps.

Примена у IoT за електрична возила

1. **Мрежа сензора**:
   - Размењују се сензори са ниском потрошњом енергије у ЕВ-има и станицама за пуњење за праћење и контролу.
2. **Систем за управљање батеријом (BMS)**:
   - Пренос података у реалном времену о батерији (нпр. температура, напон, ниво напуњености) користећи Zigbee.
3. **Комуникација са станицама за пуњење** :
   - Омогућава ЕВ-има да открију и комуницирају са станицама за пуњење на енергетски ефикасан и скалабилан начин.
4. **Управљање енергијом у дому** :
   - Интегрише електрична возила са системима за управљање енергијом у дому за услуге веза возило-дом (V2H).

Протоколи и технологије у физичком слоју и слоју везе података

Велики домет

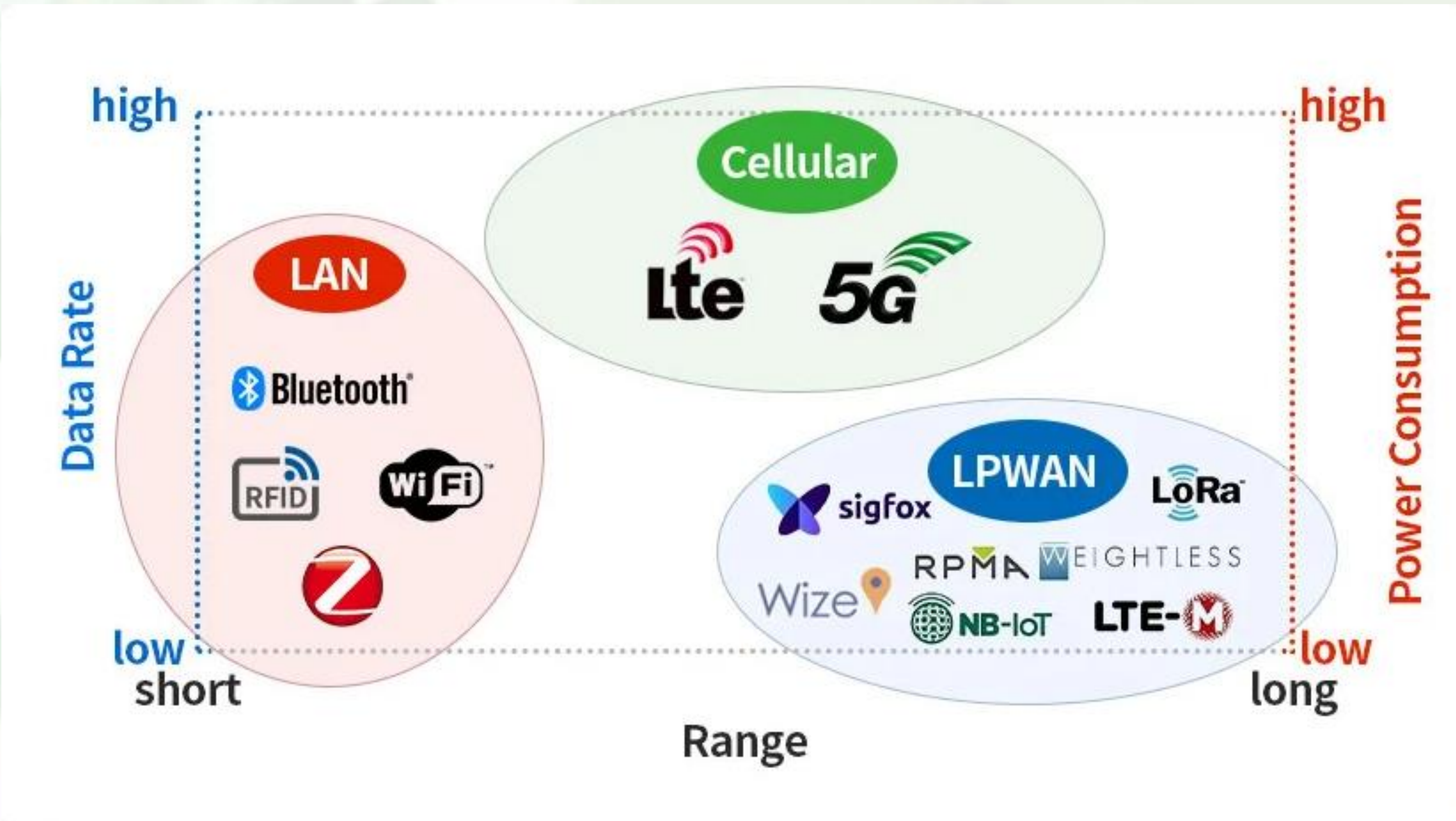
LPWAN - Low Power Wide Area Networks

Funded by the European Union

Протоколи и технологије у физичком слоју и слоју везе података

Велики домет

LPWAN - Low Power Wide Area Networks



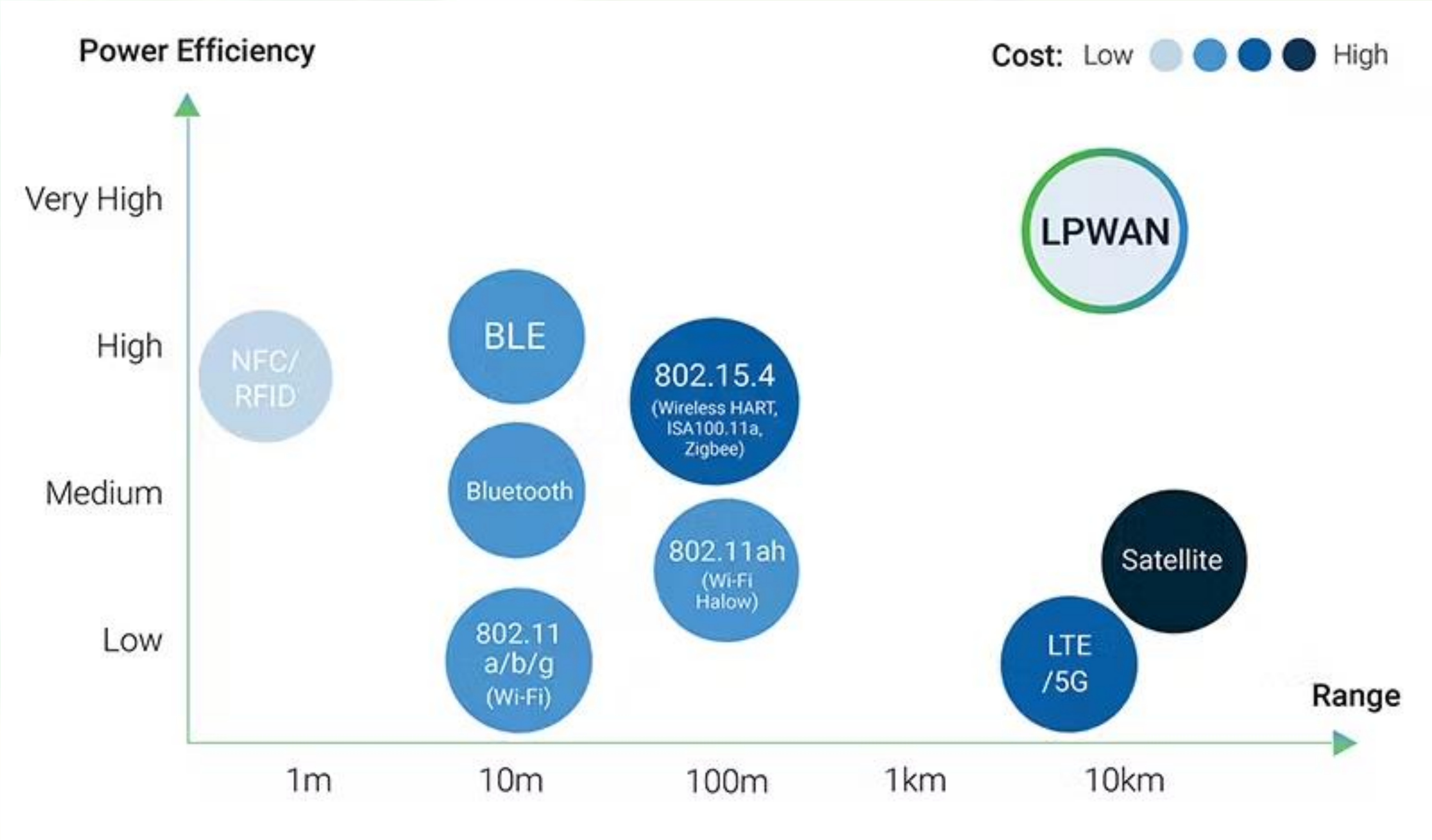
Интернет ствари за електрична возила

IoT апликације за електрична возила

Протоколи и технологије у физичком слоју и слоју везе података

Велики домет

LPWAN - Low Power Wide Area Networks



IoT апликације за електрична возила

Протоколи и технологије у физичком слоју и слоју везе података

Велики домет

LPWAN - Low Power Wide Area Networks

	LTE-M	NB-IoT	LoRaWAN	Sigfox
Specifications Authority	3GPP	3GPP	LoRa Alliance	Proprietary
Frequency Band	Licensed LTE Bands	Licensed LTE Bands	Unlicensed ISM Bands	Unlicensed ISM Bands
Maximum Range	Approx. 10 km	Approx. 10 km	Approx. 15 km	Approx. 40 km
Power Consumption	Low	Low	Low	Ultra-Low
Throughput	200kbps	1mbps	50kbps	600bps
Device Battery Life	10+ years	10+ years	15+ years	15+ years
Two-way Communications	Yes	Yes	Yes	Yes
Security	3GPP(128-256 bit)	3GPP(128-256 bit)	AES 128 bit	AES 128 bit
Localization	Yes	Yes	Yes (TDOA)	Yes (RSSI)
Cost	Moderate	Moderate	Low	Low

Велики домет

LPWAN - Low Power Wide Area Networks

LTE-M

LTE-M (LTE-Machine-to-Machine) је технологија ниске потрошње енергије и широког опсега (LPWAN) дизајнирана за IoT (Интернет ствари) апликације.

LTE-M је погодан за IoT у електричним возилима

1.Широка покривеност:
- Користи постојеће LTE мобилне мреже, што омогућава широкопојасну покривеност за ЕВ и станице за пуњење.

2.Ниска потрошња енергије:
- Оптимизован за уређаје који користе батерије, што обезбеђује дуг радни век за ЕВ и сензоре.

3.Ниска латенција:
- Пружа комуникацију са ниском латенцијом, што га чини идеалним за апликације које захтевају реално време у ЕВ.

4.Поузданост:
- Нуди робусну и поуздану комуникацију, чак и у изазовним окружењима.

5.Скалабилност:
- Подржава велике мреже са хиљадама уређаја, што га чини идеалним за возне паркове ЕВ-а и мреже станица за пуњење.

6.Безбедност:
- Пружа end-to-end енкрипцију и аутентификацију, обезбеђујући сигуран пренос података.

7.Интероперабилност:
- Ради са постојећом LTE инфраструктуром и уређајима, што обезбеђује компатибилност.

NB-IoT

Велики домет **LPWAN - Low Power Wide Area Networks**

NB-IoT (Narrowband Internet of Things) је стандард радиотехнологије за LPWAN који је развила организација 3GPP за повезивање IoT уређаја.

NB-IoT кључне карактеристике у IoT за електрична возила

1.Широка покривеност :

- Користи постојеће ћелијске мреже, пружајући покривеност на великом подручју за ЕВ и станице за пуњење.

2.Ниска потрошња енергије :

- Оптимизован за уређаје који раде на батерије, осигуравајући дуг радни век.

3.Економичност:

- Ниски трошкови инфраструктуре и минимални захтеви за одржавање.

4.Поузданост:

- Пружа робусну и поуздану комуникацију, чак и у захтевним окружењима.

5.Скалабилност:

- Подржава велике мреже са хиљадама уређаја, што га чини идеалним за возне паркове ЕВ-а и мрежестаница за пуњење.

6.Безбедност:

- Пружа end-to-end енкрипцију и аутентификацију, осигуравајући безбедан пренос података.

7.Интероперабилност:

- Ради са постојећом ћелијском инфраструктуром и уређајима, осигуравајући компатибилност.

Велики домет

LPWAN - Low Power Wide Area Networks

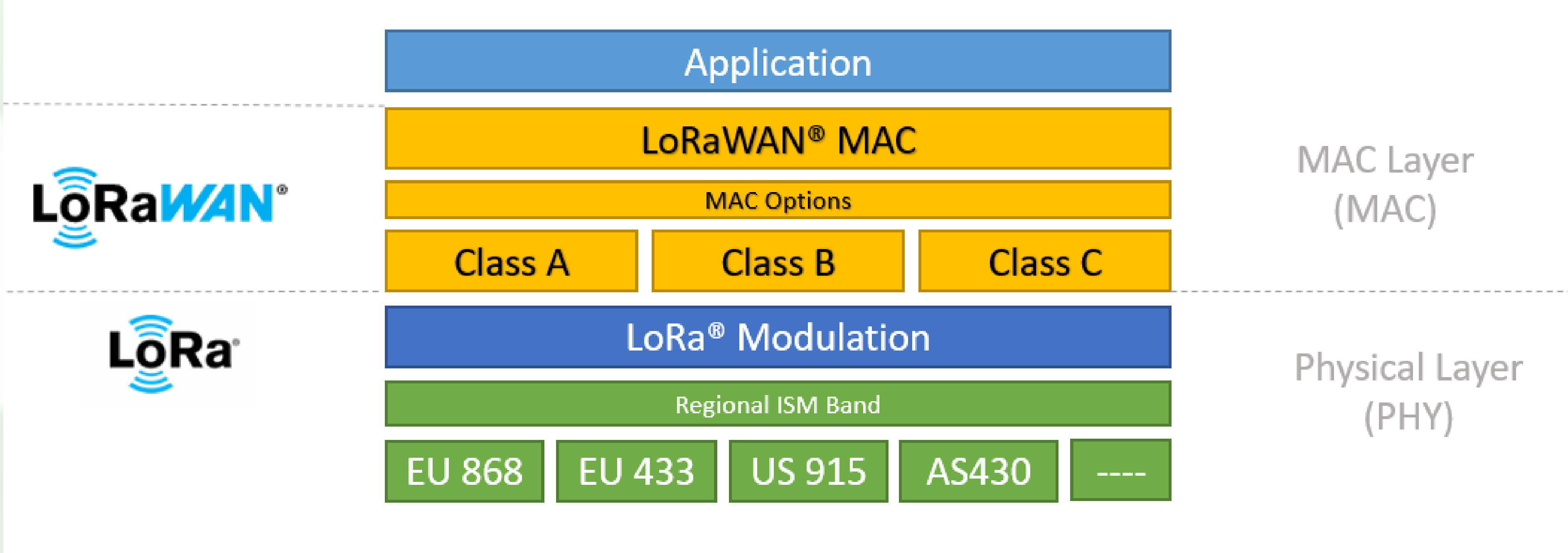
LoRa (Long Range) и **LoRaWAN (Long Range Wide Area Network)** су бежичне комуникационе технологије дизајниране за **IoT (Интернет ствари)** апликације које захтевају ниску потрошњу енергије, дуг домет и мале брзине преноса података.

LoRa и LoRaWAN кључне карактеристике у IoT за електрична возила

1. **Комуникација на великим дометима**:
   - Омогућава комуникацију на великим раздаљинама, смањујући потребу за густом инфраструктуром.
2. **Ниска потрошња енергије**:
   - Оптимизовано за уређаје који раде на батерије, осигуравајући дуг радни век.
3. **Скалабилност**:
   - Подржава велике мреже са хиљадама уређаја, што га чини идеалним за возне паркове ЕВ-а и станице за пуњење.
4. **Безбедна комуникација**:
   - Пружа end-to-end енкрипцију (AES-128) за сигуран пренос података.
5. **Адаптивна брзина преноса података (ADR)**:
   - Прилагођава брзину преноса података у зависности од услова на мрежи, оптимизујући перформансе и потрошњу енергије.
6. **Интероперабилност**:
   - Отворени стандард који подржава **LoRa Alliance**, осигуравајући компатибилност између уређаја и мрежа.

Велики домет LPWAN - Low Power Wide Area Networks

Поређење **LoRa (Long Range)** и **LoRaWAN (Long Range Wide Area Network)**



Велики домет

LPWAN - Low Power Wide Area Networks

Поређење **LoRa (Long Range)** и **LoRaWAN (Long Range Wide Area Network)**

	LoRa	LoRaWAN
Тип технологије	Техника модулације физичког слоја (CSS)	Протокол комуникације на мрежном слоју
Модулација	Chirp Spread Spectrum	Надовезује сеLoRa PHY
Фреквенцијски опсег	433 MHz, 868 MHz, 915 MHz	433 MHz, 868 MHz, 915 MHz
Програмер	Развио Semtech	Управља LoRa Alliance
Потрошња енергије	Бежично повезивање мале снаге	**Ниска потрошња оптимизована за IoT уређај**
Домет	Бежична модулација великог домета	Дуг домет уз коришћење LoRa
Брзина преноса података	Ниске брзине преноса података	Ниске брзине преноса података
Двосмерне комуникације	Не	Да
Апликација	Робусна модулација сигнала	LPWAN за IoT/M2M

Протоколи и технологије у физичком слоју и слоју везе података

Велики домет

Sigfox (Long Range, Low Data Rate, Low Power)

Sigfox је технологија бежичне мреже са ниском потрошњом енергије и широким опсегом (LPWAN) намењена апликацијама за Интернет ствари (IoT) које захтевају ниске брзине преноса података, комуникацију на дугим раздаљинама и минималну потрошњу енергије.

Sigfox предности у IoT за електрична возила

1. **Комуникација на великим дометима**: могућава комуникацију на великим раздаљинама, смањујући трошкове инфраструктуре.
2. **Ниска потрошња енергије**: Идеално за ЕВ и сензоре који раде на батерије.
3. **Исплативост**: Ниски трошкови инфраструктуре и минимални захтеви за одржавање.
4. **Скалабилност**: Подржава велике мреже са милионима уређаја.
5. **Глобална покривеност**: Ради у више од 70 земаља, пружајући глобалну конекцију.
6. **Безбедна комуникација**: Пружа end-to-end енкрипцију и аутентификацију уређаја.
7. **Једноставност и лака структура**: Дизајнирано за мале, ретке преносе података.

Протоколи и технологије у физичком слоју и слоју везе података

Велики домет

Ћелијска технологија
(велики домет, висока брзина података, велика снага)

Популарне имплементације ћелијске технологије у IoT за електрична воз

1. 4G LTE

1. Пружа високе брзине преноса података и широко подручје покривености.
2. Идеално за телекомуникације у реалном времену, OTA ажурирања и инфо-забавне системе.

2. 5G

1. Пружа ултра-високе брзине преноса података и ниску латентност.
2. Идеално за напредне апликације као што су аутономна вожња и интеграција у реалном времену са мрежом.

PELMOB

University of Pristina Kosovska Mitrovica

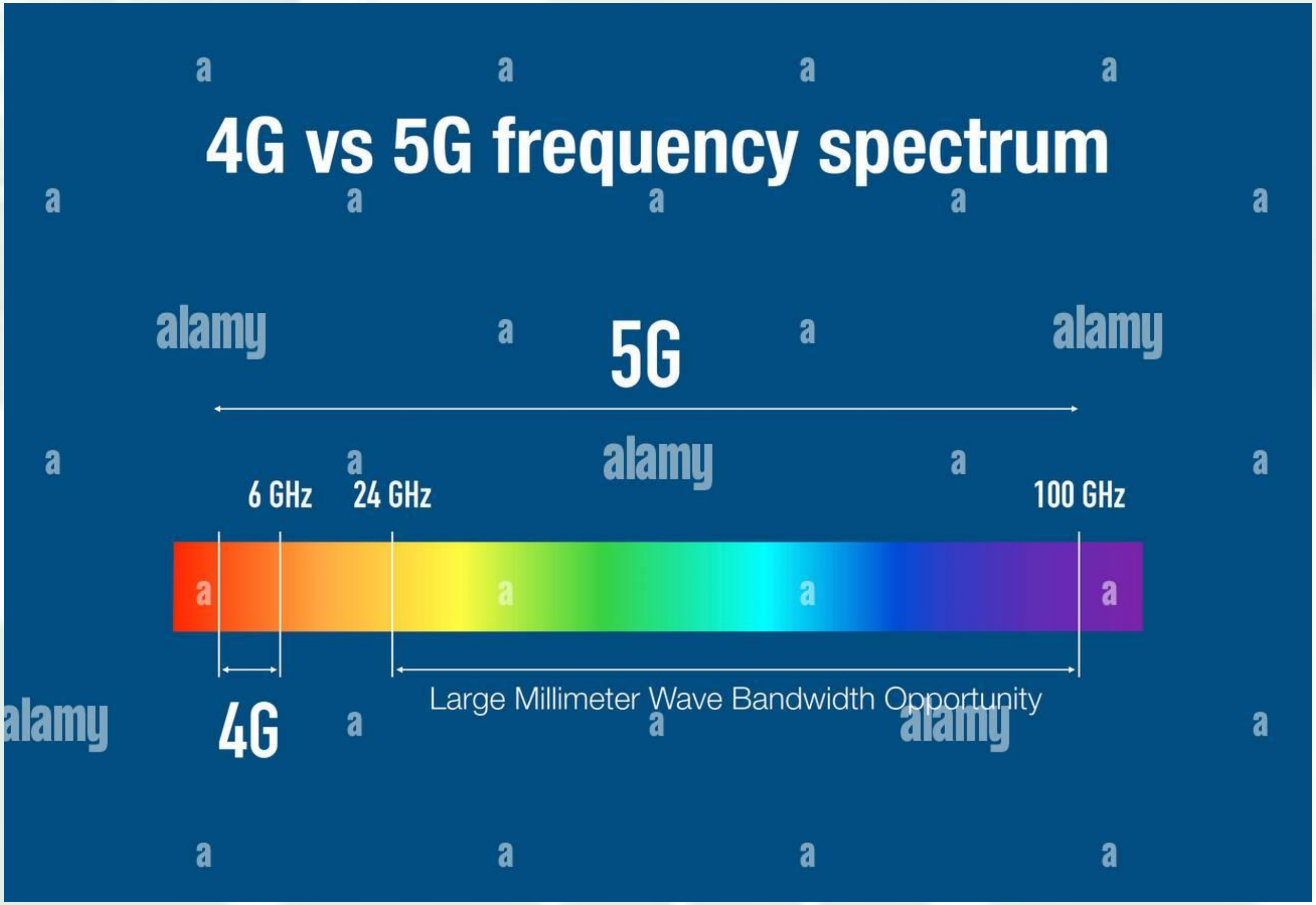
Funded by the European Union

FACULTY OF TECHNICAL SCIENCES KOSOVSKA MITROVICA

Протоколи и технологије у физичком слоју и слоју везе података

Велики домет

Поређење 4G и 5G мрежа на фреквенцијском спектру



Протоколи и технологије у физичком слоју и слоју везе података

Велики домет

Ћелијска технологија
(велики домет, висока брзина података, велика снага)

4G LTE 5G

Theoretical Speeds / Latency (ie, in the lab)

Type of Network	Download Speed	Upload Speed	Latency/Delay
LTE, original	150 Mbps	50 Mbps	10 msec
4G, original	600 Mbps	270 Mbps	10 msec
4G-LTE-Advanced	1 Gbps	500 Mbps	10 msec
5G	10 Gbps	1 Gbps	1 msec

Typical Speeds / Latency (US, speeds measured by OpenSignal in Q4, 2023)

Type of Network	Download Speed	Upload Speed	Latency/Delay
4G	40-115 Mbps	6-12 Mbps	
5G	125-205 Mbps	14-20 Mbps	

Интернет ствари за електрична возила

IoT апликације за електрична возила

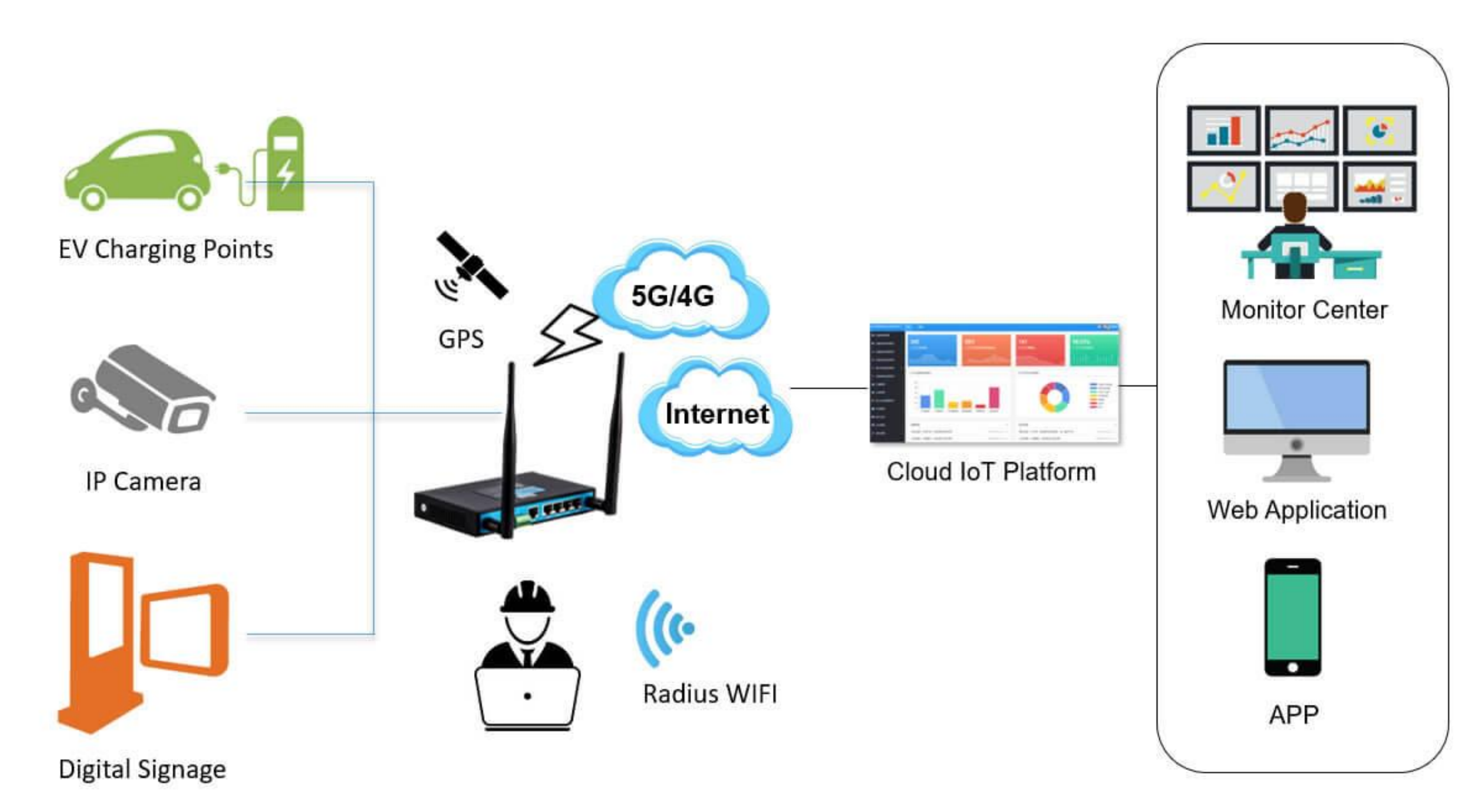
Протоколи и технологије у физичком слоју и слоју везе података

Велики домет

Ћелијска технологија

(велики домет, висока брзина података, велика снага)

4G и IoT технологија омогућавају паметне станице за пуњење ЕВ.



Протоколи и технологије у физичком слоју и слоју везе података

Велики домет

Ћелијска технологија (велики домет, висока брзина података, велика снага)

4G LTE (Long-Term Evolution) је широко усвојена ћелијска технологија која пружа **високе брзине преноса података, широко подручје покривености** и **поуздану конекцију**, што је чини одличним избором **за IoT у електричним возилима** (ЕВ).

Популарне 4G LTE имплементације у IoT за електрична возила

1. 4G LTE модули

1. Модули произвођача као што су **Qualcomm**, **Sierra Wireless** и **u-blox** пружају 4G LTE конекцију за IoT уређаје.
2. Погодни су за телематику електричних возила, станице за пуњење и управљање возним парковима.

2. Ћелијске IoT платформе

1. Платформе као што су **AWS IoT Core**, **Microsoft Azure IoT Hub**, и **Google Cloud IoT** подржавају 4G LTE конекцију за IoT апликације.

3. Телематичка решења

1. Компаније као што су **Geotab** и **Verizon Connect** нуде телематичка решења заснована на 4G LTE за управљање возним парковима.

Funded by the European Union

FACULTY OF TECHNICAL SCIENCES KOSOVSKA MITROVICA

PELMOB

University of Pristina Kosovska Mitrovica

Протоколи и технологије у физичком слоју и слоју везе података

Велики домет

Ћелијска технологија (велики домет, висока брзина података, велика снага)

5G

5G LTE (Fifth Generation Long-Term Evolution) је следећа еволуција у ћелијској технологији, која нуди **ултра-високе брзине преноса података, ултра-ниску латентност** и **масовну повезаност уређаја**. Посебно је погодна **за IoT у електричним возилима (ЕВ)** због своје способности да подржи напредне апликације као што су телематика у реалном времену, аутономна вожња, комуникација између возила и свега (V2X) и неприметна OTA ажурирања.

Популарне 5G LTE имплементације у IoT за електрична возила

1. 5G LTE модули

1. Модули произвођача као што су **Qualcomm**, **Sierra Wireless** и **u-blox** пружају 5G LTE конекцију за IoT уређаје.
2. Погодни су за телематику електричних возила, станице за пуњење и управљање возним парковима.

2. Ћелијске IoT платформе

1. Платформе као што су **AWS IoT Core**, **Microsoft Azure IoT Hub**, и **Google Cloud IoT** подржавају 5G LTE конекцију за IoT апликације.

3. Телематичка решења

1. Компаније као што су **Geotab** и **Verizon Connect** нуде телематичка решења заснована на 5G LTE за управљање возним парковима.

Протоколи и технологије у физичком слоју и слоју везе података

Велики домет

5G LTE (Fifth Generation Long-Term Evolution)

5G LTE је погодан за IoT у електричним возилима

1.Ултра-високе брзине преноса података:

- Подржава брзине преноса података до 10 Gbps (download) и 1 Gbps (upload), омогућавајући комуникацију у реалном времену и апликације које захтевају високу пропусну ширину.

2.Ултра-ниска латентност:

- Пружа латентност од само 1 ms, што га чини идеалним за апликације осетљиве на време као што су аутономна вожња и V2X комуникација.

3.Масовна повезаност уређаја:

- Подржава до 1 милион уређаја по квадратном километру, што га чини идеалним за велике возне паркове електричних возила и мреже станица за пуњење.

4.Широка покривеност:

- Користи постојеће и нове 5G LTE мреже за пружање широког покривања за ЕВ и станица за пуњење.

5.Поузданост:

- Пружа робусну и поуздану комуникацију, чак и у изазовним окружењима.

6.Безбедност:

- Пружа уграђено енкрипцију и аутентификацију, обезбеђујући сигуран пренос података.

7.Интероперабилност:

- Ради са постојећом 4G LTE и 5G LTE инфраструктуром и уређајима, обезбеђујући компатибилност.

PELMOB

University of Pristina Kosovska Mitrovica

Funded by the European Union

FACULTY OF TECHNICAL SCIENCES KOSOVSKA MITROVICA

Протоколи и технологије у физичком слоју и слоју везе података

Велики домет

5G LTE (Fifth Generation Long-Term Evolution)

Поређење са другим IoT протоколима

Карактеристика	5G LTE	4G LTE	LoRaWAN
Домет	10-15 km (до 50 km са mmWave)	10-15 km	10-15 km (рурално), 2-5 km (урбано)
Потрошња енергије	Висока	Висока	Ниска
Брзина преноса података	Ултра-висока (до10 Gbps)	Висока (до 100 Mbps)	Ниска (до 50 kbps)
Латенција	Ултра-ниска (1 ms)	Ниска (30-50 ms)	Висока
Трошак	High	High	Low
Примена	Апликације велике брзине и мале латенције	Апликације велике брзине и великог пропусног опсега	IoT мале снаге, дугог домета

Интернет ствари за електрична возила
IoT апликације за електрична возила
Општи закључак за комуникационе протоколе у IoT за електрична возила (ЕВ)

Избор комуникационог протокола за IoT у електричним возилима (ЕВ) зависи од специфичне употребе, захтева за дометом, брзином преноса података, потрошњом енергије и скалабилношћу. Сваки протокол—било да је **LoRaWAN**, **NB-IoT**, **5G LTE**, **Bluetooth**, **Zigbee**, **Z-Wave**, **Sigfox**, или **WiFi**—пружа јединствене предности прилагођене различитим аспектима рада електричних возила.

•**Протоколи са ниском потрошњом енергије и дугим дометом (LoRaWAN, NB-IoT, Sigfox)**: Идеално за апликације као што су управљање возним парковима, комуникација са станицама за пуњење и интеграција у мрежу, где су дуг домет и ниска потрошња енергије критични.

•**Протоколи са високом брзином и великом пропусном ширином (4G LTE, 5G LTE, WiFi)**: Најпогоднији за телематику у реалном времену, OTA ажурирања, инфо-забавне системе и аутономну вожњу, где су високе брзине преноса података и ниска латентност есенцијални.

•**Протоколи са кратким дометом и ниском потрошњом енергије (Bluetooth, Zigbee, Z-Wave)**: Перфектни за повезивање унутар возила, системе за управљање батеријама (BMS) и управљање енергијом у дому, где су кратак домет комуникације и ниска потрошња енергије приоритет.

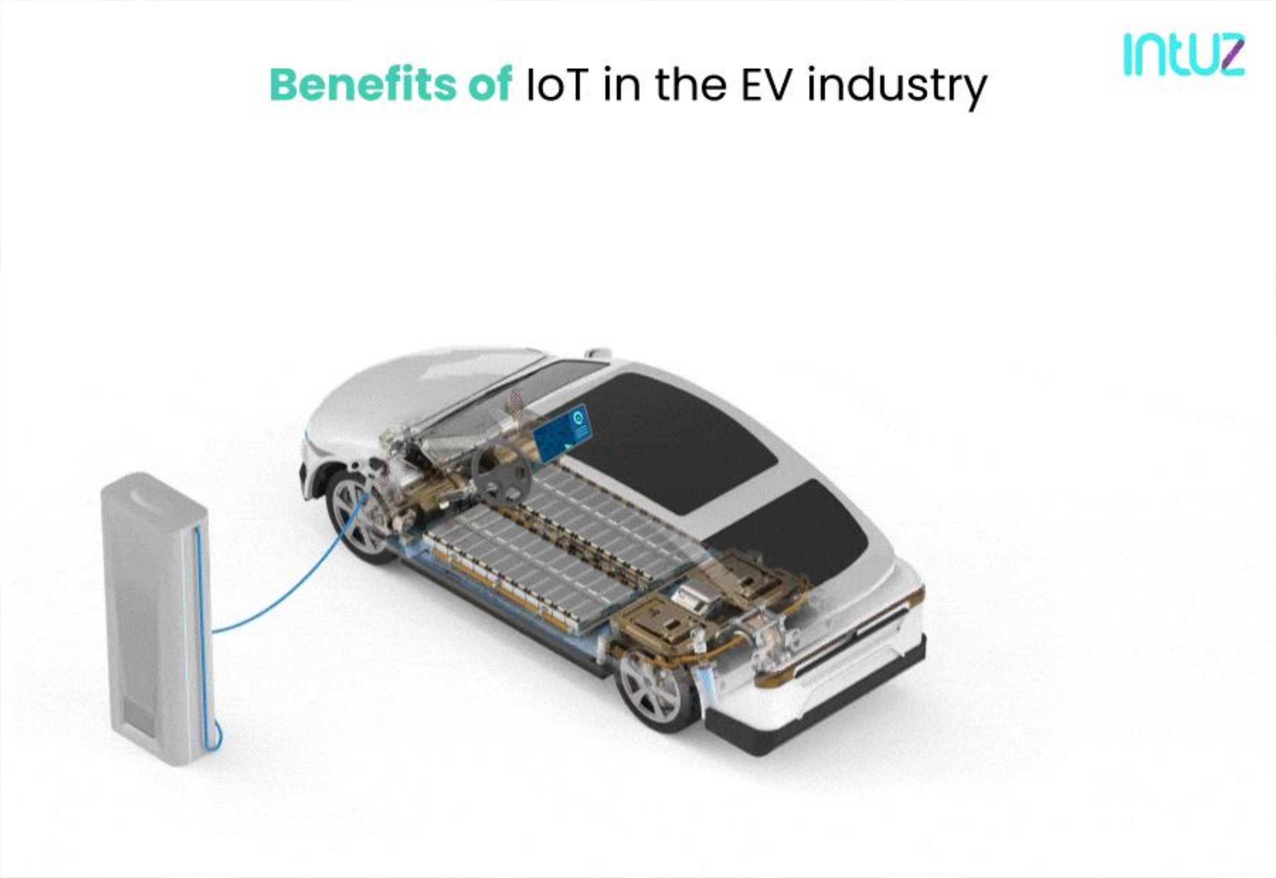
Интернет ствари за електрична возила

IoT апликације за електрична возила

Будући трендови за IoT у екосистему електричних возила (ЕВ)

Funded by the European Union
FACULTY OF TECHNICAL SCIENCES KOSOVSKA MITROVICA

Интернет ствари (IoT) игра трансформативну улогу у **екосистему електричних возила (ЕВ)**, омогућавајући паметнија, ефикаснија и повезана транспортна решења. Како се тржиште електричних возила наставља развијати, IoT технологије покрећу иновације и обликују будућност мобилности.



Интернет ствари за електрична возила
IoT апликације за електрична возила
Будући трендови за IoT у екосистему електричних возила (ЕВ)

1. Побољшана повезаност возила

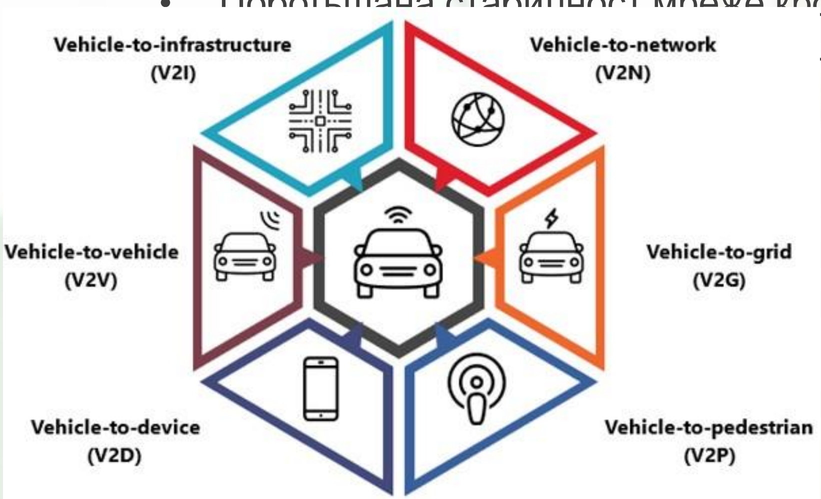
- **Тренд**: Електрична возила ће постати све више повезана, омогућавајући комуникацију у реалном времену између возила, инфраструктуре и cloud.
- **Утицај**:
  - Побољшана телематика за праћење перформанси возила, стања батерије и дијагностику у реалном времену.
  - Безпрекорна интеграција са паметним уређајима и апликацијама за даљинско управљање и праћење.
  - Побољшано корисничко искуство кроз персонализоване услуге (нпр. предиктивно одржавање, оптимизација рута).

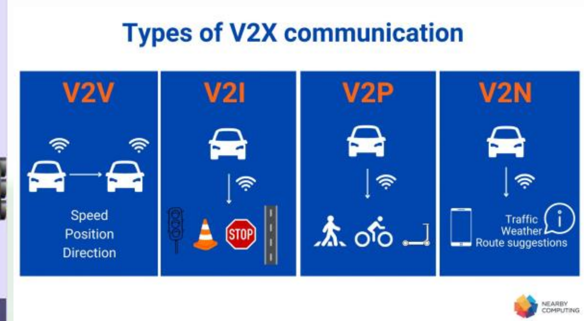
Интернет ствари за електрична возила
IoT апликације за електрична возила
Будући трендови за IoT у екосистему електричних возила (EB)

2. Комуникација возило-све (V2X)

- **Тренд**: IoT ће омогућити **V2X комуникацију**, што ће дозволити електричним возилима да комуницирају са другим возилима (V2V), инфраструктуром (V2I), мрежом (V2G) и пешацима (V2P).

- **Утицај**:
  - Побољшана безбедност на путу кроз упозорења у реалном времену и системе за избегавање судара.
  - Оптимизован проток саобраћаја и смањена гужва кроз паметно управљање саобраћајем.
  - Побољшана стабилност мреже кроз интеграцију возила у мрежу (V2G), где електрична





Интернет ствари за електрична возила
IoT апликације за електрична возила
Будући трендови за IoT у екосистему електричних возила (ЕВ)

3. Аутономна и полуаутономна вожња

- **Тренд**: IoT ће играти кључну улогу у омогућавању **аутономне и полуаутономне вожње** пружањем података у реалном времену са сензора, камера и повезане инфраструктуре.

- **Утицај**:
  - Повећана безбедност и ефикасност кроз напредне системе за помоћ возачу (ADAS).
  - Смањена људска грешка и побољшано управљање саобраћајем.
  - Побољшана мобилност за старије и особе са инвалидитетом.

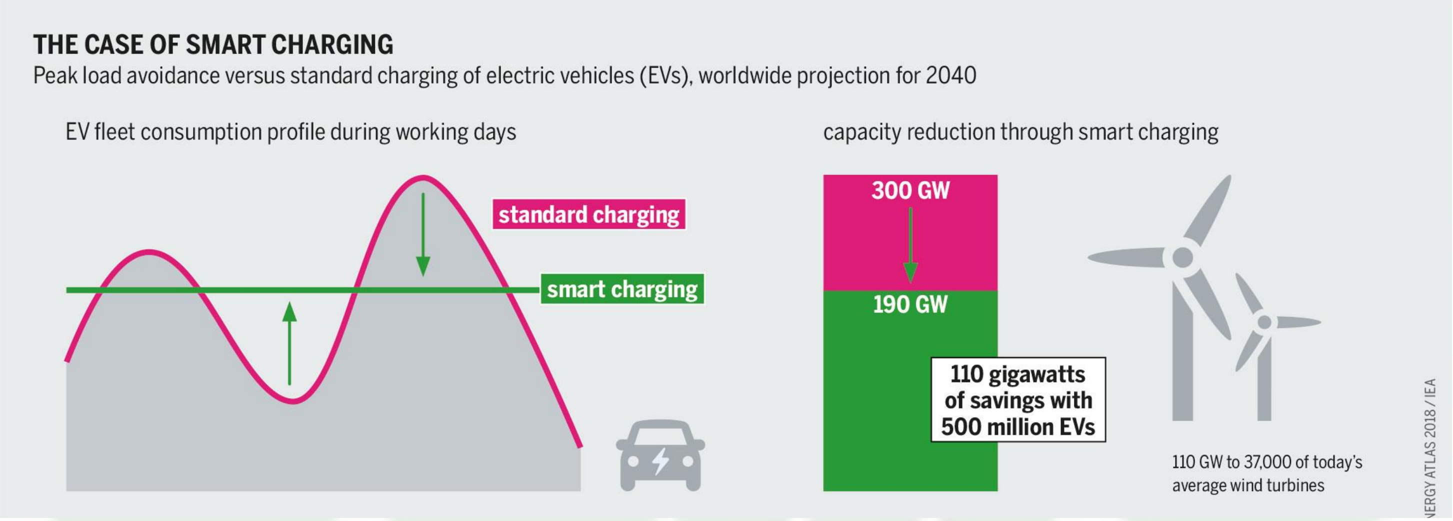


Интернет ствари за електрична возила
IoT апликације за електрична возила
Будући трендови за IoT у екосистему електричних возила (ЕВ)

4. Инфраструктура паметног пуњења

- **Тренд**: IoT ће омогућити **паметна решења за пуњење** која оптимизују коришћење енергије, смањују трошкове и побољшавају искуство пуњења.

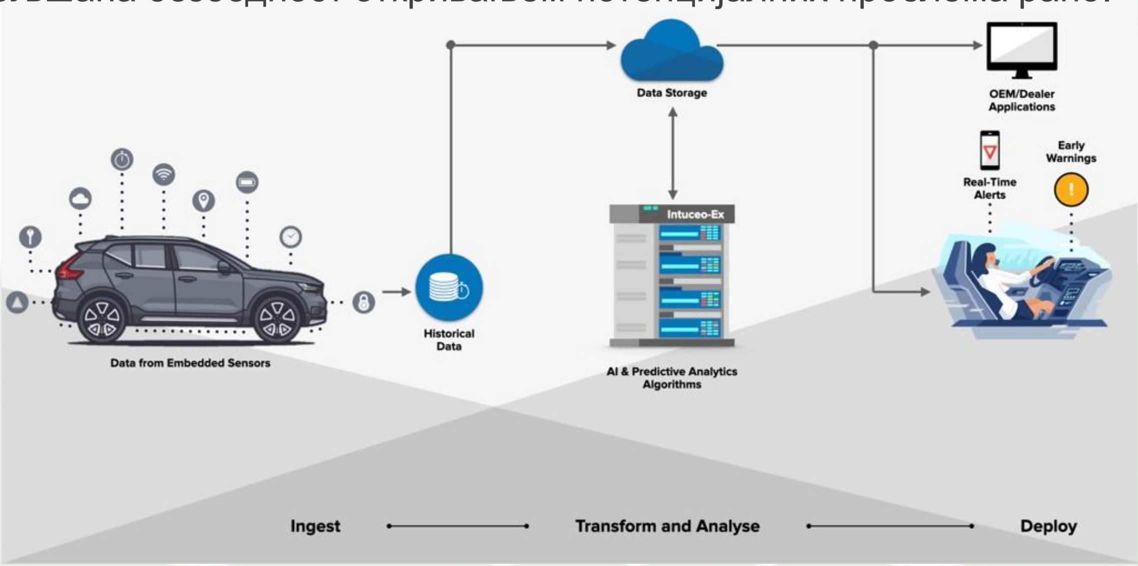
- **Утицај**:
  - Динамичко балансирање оптерећења како би се спречило преоптерећење мреже током вршних временских периода пуњења.
  - Интеграција са обновљивим изворима енергије (нпр. соларном, енергија ветра) за одрживо пуњење.
  - Доступност и резервација станица за пуњење у реалном времену преко мобилних



5. <предиктивно одржавање и дијагностика

- **Тренд**: IoT ће омогућити **предиктивно одржавање** континуираним праћењем компоненти возила и предвиђањем кварова пре него што се догоде.

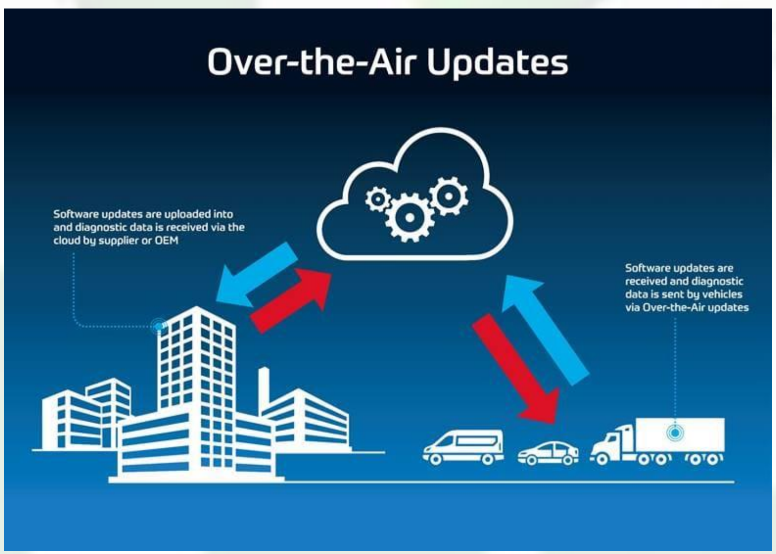
- **Утицај**:
  - Смањено време неисправности и трошкови одржавања за власнике ЕВ и оператере возних паркова.
  - Побољшана поузданост и дуговечност возила.
  - Побољшана безбедност откривањем потенцијалних проблема рано.

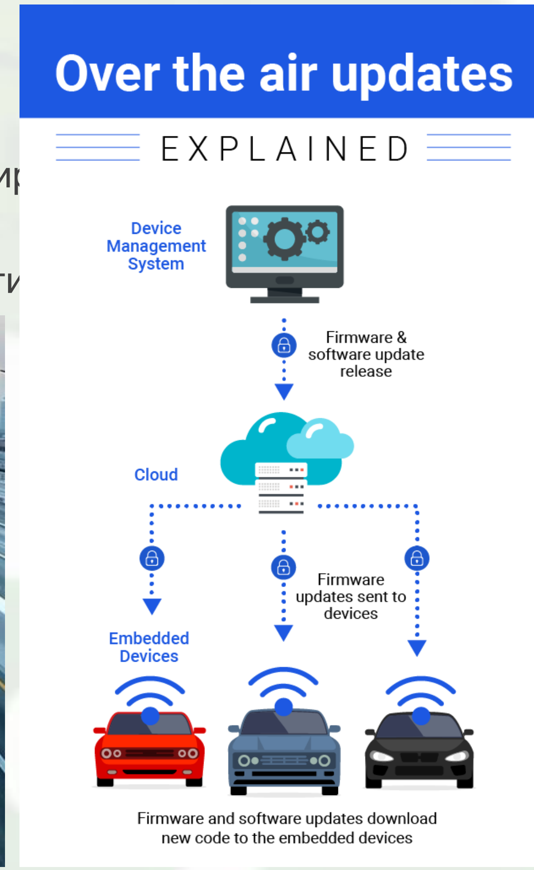


Интернет ствари за електрична возила
IoT апликације за електрична возила
Будући трендови за IoT у екосистему електричних возила (ЕВ)

6. Ажурирања на даљину (ОТА)

- **Тренд**: IoT ће омогућити **OTA ажурирања** за електрична возила, што ће произвођачима омогућити да даљински ажурирају софтвер и firmware.
- **Утицај**:
  - Побољшане перформансе возила и безбедност кроз редовна ажурир
  - Смањена потреба за физичким посетама сервисима.
  - Побољшано корисничко искуство са новим функцијама и могућности



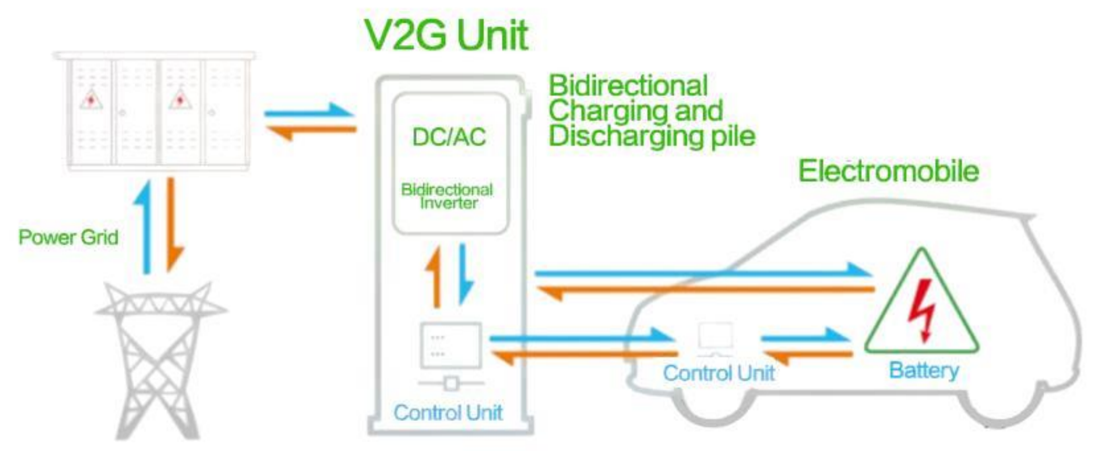


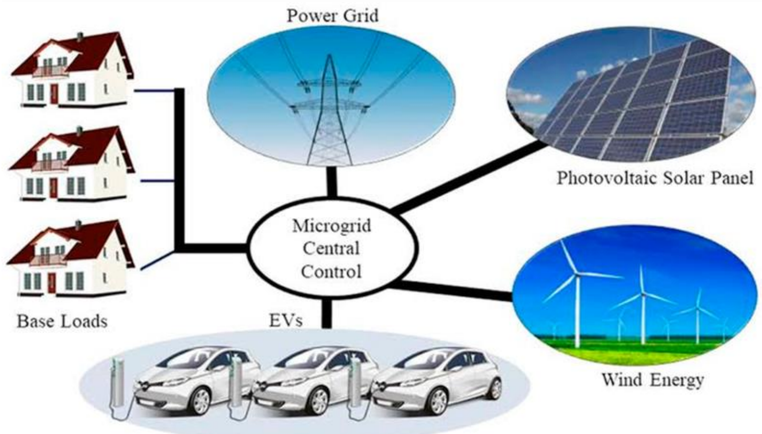
Интернет ствари за електрична возила
IoT апликације за електрична возила
Будући трендови за IoT у екосистему електричних возила (ЕВ)

7. Управљање енергијом и интеграција у мрежу

- **Тренд**: IoT ће омогућити **паметно управљање енергијом** интеграцијом електричних возила са електричном мрежом и обновљивим изворима енергије.

- **Утицај**:
  - Технологија возило у мрежу (V2G), која омогућава електричним возилима да враћају енергију у мрежу током вршне потражње.
  - Оптимизовани распоред пуњења заснован на ценама енергије и оптерећењу мреже.
  - Повећана употреба обновљивих извора енергије за пуњење електричних возила.

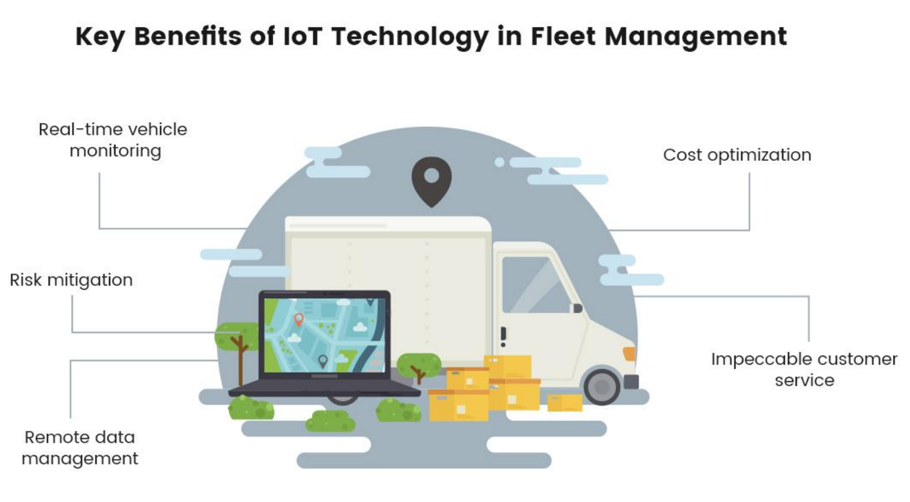




8. Управљање возним парком и дељена мобилност

- **Тренд**: IoT ће револуционисати **управљање возним парком** и **услуге дељене мобилности** (нпр. дељење вожње, дељење возила).

- **Утицај**:
  - Праћење у реалном времену и оптимизација возног парка ЕВ-а за бољу ефикасност.
  - Побољшано корисничко искуство кроз резервацију, плаћање и навигацију.
  - Смањени оперативни трошкови и еколошки утицај кроз оптимизовано рутирање и коришћење енергије.

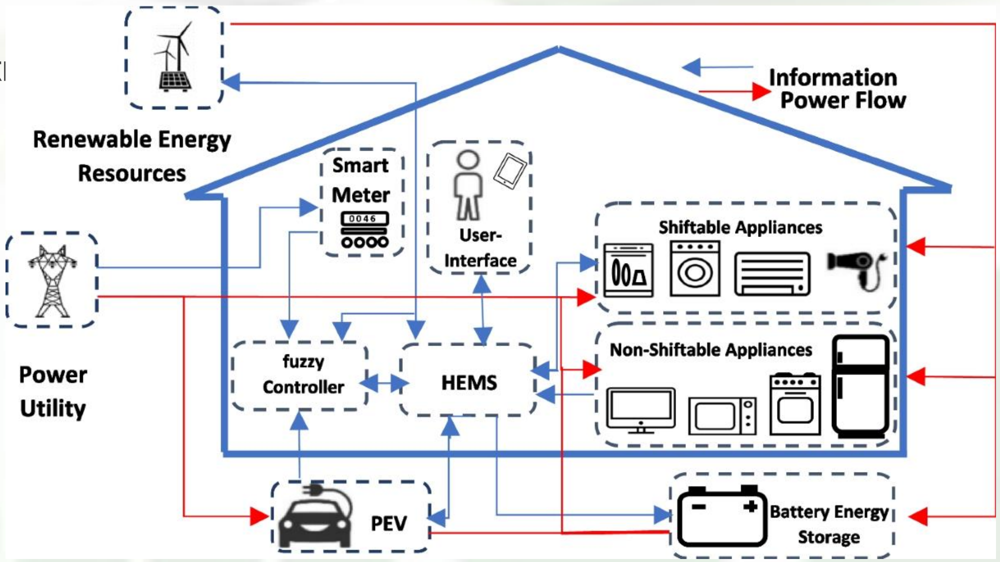


Будући трендови за IoT у екосистему електричних возила (ЕВ)

9. Побољшано корисничко искуство

- **Тренд**: IoT ће омогућити **персонализованије и повезаније корисничко искуство** за возаче и путнике електричних возила.

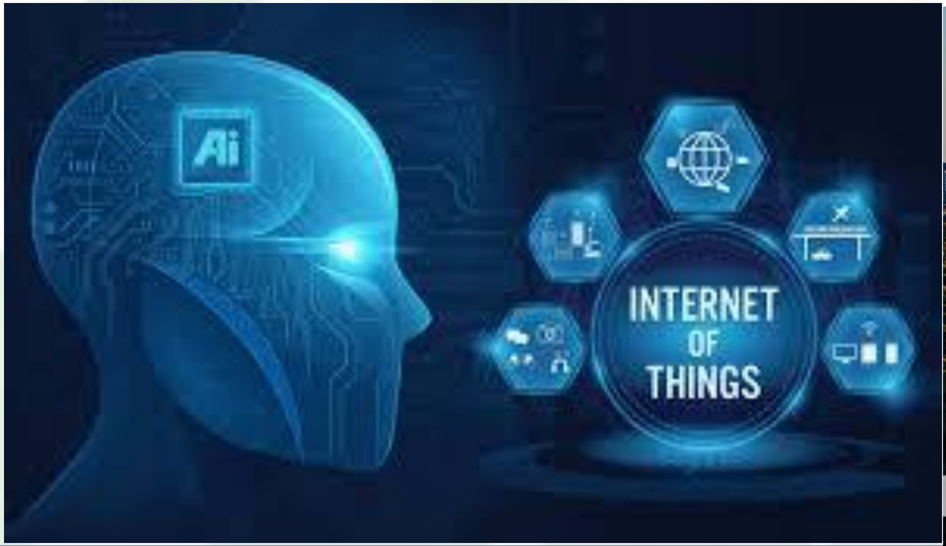
- **Утицај**:
  - Интеграција са паметним системима у дому за беспрекорно пуњење и управљање енергијом.
  - Персонализовани инфо-забавни системи са ажурирањима у реалном времену и препорукама.
  - Побољшане безбедносне функ



10. Анализа података и интеграција вештачке интелигенције (AI)

- **Тренд**: IoT will enable advanced **data analytics and AI integration** to optimize EV operations and improve decision-making.

- **Утицај**:
  - Предиктивна анализа за стање батерије, процену домета и потрошњу енергије..
  - Увиди вођени вештачком интелигенцијом за оптимизацију распореда пуњења, рута и операција возног парка.
  - Побољшани увиди о корисницима за произвођаче возила и добављаче услуга.



11. Сајбер безбедност и приватност података

•**Тренд**: Како електрична возила постају све више повезана, **сајбер безбедност и приватност података** постаће кључна подручја фокуса.

•**Утицај**:

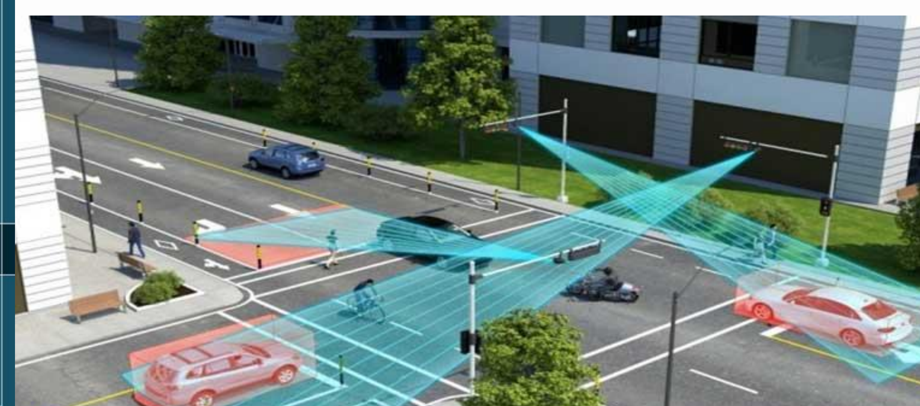
- Имплементација робусних протокола за енкрипцију и аутентификацију за заштиту података и система.
- Развој безбедних комуникационих канала за V2X и IoT апликације.
- Побољшано поверење корисника и усаглашеност са прописима о приватности

Интернет ствари за електрична возила
IoT апликације за електрична возила
Будући трендови за IoT у екосистему електричних возила (ЕВ)

12. Интеграција са паметним градовима

- **Тренд**: IoT ће омогућити да електрична возила беспрекорно интегришу са **инфраструктуром паметних градова**.

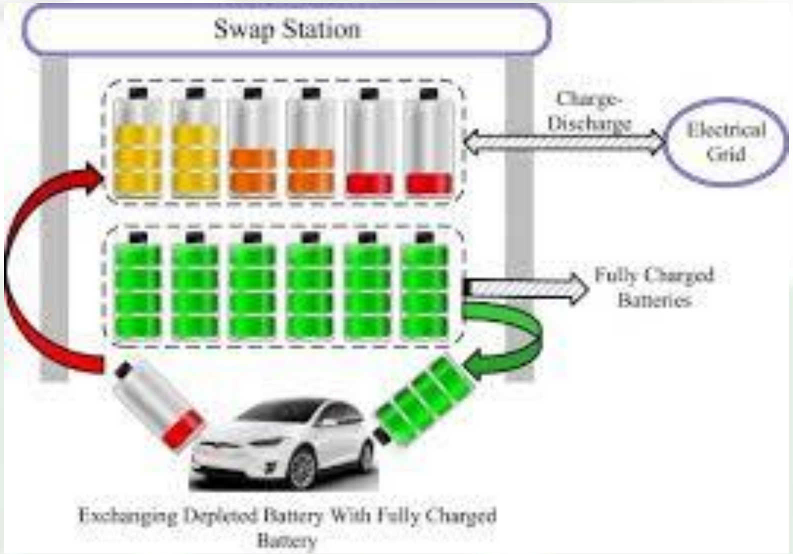
- **Утицај**:
  - Комуникација у реалном времену са семафорима, системима за паркирање и јавним превозом.
  - Смањене емисије и побољшан квалитет ваздуха кроз оптимизован проток саобраћаја и коришћење енергије.
  - т живота за становнике.



13. Замена батерија и напредна складишта енергије

- **Тренд**: IoT ће подржати **замену батерија** и **напредна решења за складиштење енергије** за електрична возила.

- **Утицај**:
  - Брже „пуњење“ кроз аутоматизоване станице за размену батерија.
  - Интеграција са системима за складиштење обновљиве енергије за подршку мрежи.
  - Побољшано управљање животним циклусом батерије кроз IoT-омогућено праћење.



13. Замена батерија и напредна складишта енергије