

UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA

MAGISTRSKO DELO
**RAZVOJ MODULA ZA POSLOVNO INTELIGENCO KOT DELA
INTERNETA STVARI V PAMETNEM DOMU**

Ljubljana, junij 2022

MITJA KOGOJ

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani Mitja Kogoj, študent Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani, avtor predloženega dela z naslovom Razvoj modula za poslovno inteligenco kot dela interneta stvari v pametnem domu, pripravljenega v sodelovanju s svetovalcem doc. dr. Luko Tomatom.

IZJAVLJAM

1. da sem predloženo delo pripravil samostojno;
2. da je tiskana oblika predloženega dela istovetna njegovi elektronski obliki;
3. da je besedilo predloženega dela jezikovno korektno in tehnično pripravljeno v skladu z Navodili za izdelavo zaključnih nalog Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani, kar pomeni, da sem poskrbel/-a, da so dela in mnenja drugih avtorjev oziroma avtoric, ki jih uporabljam, oziroma navajam v besedilu, citirana oziroma povzeta v skladu z Navodili za izdelavo zaključnih nalog Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani;
4. da se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del (v pisni ali grafični obliki) kot mojih lastnih – kaznivo po Kazenskem zakoniku Republike Slovenije;
5. da se zavedam posledic, ki bi jih na osnovi predloženega dela dokazano plagiatorstvo lahko predstavljalo za moj status na Ekonomski fakulteti Univerze v Ljubljani v skladu z relevantnim pravilnikom;
6. da sem pridobil vsa potrebna dovoljenja za uporabo podatkov in avtorskih del v predloženem delu in jih v njem jasno označil;
7. da sem pri pripravi predloženega dela ravnal v skladu z etičnimi načeli in, kjer je to potrebno, za raziskavo pridobil soglasje etične komisije;
8. da soglašam, da se elektronska oblika predloženega dela uporabi za preverjanje podobnosti vsebine z drugimi deli s programsko opremo za preverjanje podobnosti vsebine, ki je povezana s študijskim informacijskim sistemom članice;
9. da na Univerzo v Ljubljani neodplačno, ne izključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravico shranitve predloženega dela v elektronski obliki, pravico reproduciranja ter pravico dajanja predloženega dela na voljo javnosti na svetovnem spletu preko Repozitorija Univerze v Ljubljani;
10. da hkrati z objavo predloženega dela dovoljujem objavo svojih osebnih podatkov, ki so navedeni v njem in v tej izjavi.

V Ljubljani, dne _____

Podpis študenta: _____

KAZALO

UVOD	1
1 INTERNET STVARI	5
1.1 Industrija 4.0.....	5
1.2 Opredelitev in zgodovina razvoja interneta stvari.....	6
1.3 Komponente interneta stvari.....	9
1.4 Varnost naprav interneta stvari.....	11
2 PAMETNI DOM.....	14
2.1 Opredelitev in zgodovina razvoja pametnega doma.....	14
2.2 Komponente pametnega doma	15
2.3 Koristi pametnega doma za uporabnike	16
2.4 Povezljivost naprav	16
2.5 Pomen in možnosti uporabe interneta stvari v pametnih domovih	18
2.6 Prednosti in slabosti uporabe interneta stvari v pametnih domovih.....	19
2.7 Razvoj programske opreme za pametni dom	25
2.8 Zagotavljanje varnosti uporabe naprav in podatkov v pametnih domovih	28
3 POSLOVNA INTELIGENCA.....	28
3.1 Opredelitev in zgodovina razvoja poslovne inteligence.....	28
3.2 Glavne komponente poslovne inteligence.....	30
3.3 Masovni podatki in internet stvari	32
3.4 Poslovna inteligenca in analitike	33
3.5 Poslovna inteligenca in masovni podatki	34
3.6 Poslovna inteligenca in internet stvari.....	35
3.7 Vizualizacija podatkov, analitika in obveščanje.....	36
3.8 Faze razvoja modula za poslovno inteligenco	42
4 RAZVOJ IN IMPLEMENTACIJA MODULA POSLOVNE INTELIGENCE KOT DELA INTERNETA STVARI ZA PAMETNI DOM.....	45
4.1 Analiza problema in možne rešitve	46
4.2 Moduli interneta stvari	47
4.3 Prikazovalniki in upravljalniki	48
4.4 Programska oprema za vizualizacijo, obveščanje in alarmiranje	48
4.5 Zbiranje in analiziranje podatkov	50
4.6 Sestava in testiranje delovanja modula za poslovno inteligenco v pametnem domu	
52	
5 DISKUSIJA	54
5.1 Ključne ugotovitve pri implementaciji in delovanju modula poslovne inteligence	54
5.2 Zaznane težave pri implementaciji in njihovo odpravljanje.....	57

5.3 Zaznane težave pri delovanju in njihovo odpravljanje.....	58
5.4 Pomen ugotovitev za podjetja in domače uporabnike.....	59
5.5 Omejitve raziskave in priporočila za nadaljnje delo	60
SKLEP.....	61
LITERATURA IN VIRI.....	62
PRILOGA	1

KAZALO TABEL

Tabela 1: Možni napadi na radio frekvenčni identifikaciji in brezžičnem omrežju.....	12
Tabela 2: Težave in potrebe različnih skupin uporabnikov pametnega doma	23
Tabela 3: Prilagojene storitve pametnega doma	24
Tabela 4: Primerjava med programsko opremo za poslovno inteligenco in orodjem za poročanje poslovne inteligence	41
Tabela 5: Faze sistematičnega pregleda	42

KAZALO SLIK

Slika 1: Osnovne komponente Industrije 4.0	5
Slika 2: Primer radio frekvenčnega identifikatorja	6
Slika 3: Projekcija števila povezanih naprav interneta stvari.....	7
Slika 4: Tristopenjska arhitektura interneta stvari.....	8
Slika 5: Trg interneta stvari in deležniki	9
Slika 6: Opredelitev interneta stvari po ITU	10
Slika 7: Objave o varnostnih mehanizmih interneta stvari med leti 2016 do 2018	11
Slika 8: Električni sesalnik Electrolux in pametni termostat Nest	14
Slika 9: Prednosti uporabe pametnega doma za uporabnike.....	17
Slika 10: Različni tipi omrežij.....	17
Slika 11: Splošna zasnova pametnega doma.....	18
Slika 12: Uporabnost pametne tehnologije v pametnem domu.....	20
Slika 13: Kategorije prednosti uporabe pametnega doma.....	21
Slika 14: Uporaba pametne tehnologije	22
Slika 15: Kategorije izzivov za namenske programe pametnega doma, ki temeljijo na internetu stvari.....	25
Slika 16: Kategorije priporočil za namenske programe interneta stvari v pametnih domovih	27
Slika 17: Evolucija poslovne inteligence	29
Slika 18: Postopek pridobivanja podatkov	31
Slika 19: ETL, podatkovno skladišče in OLAP	31

Slika 20: Povezava med masovnimi podatki in internetom stvari	32
Slika 21: Evolucija sistemov za podporo odločanju, poslovne inteligence in analitike.....	33
Slika 22: Poslovna analitika	34
Slika 23: Ustvarjanje vizualnega znanja iz podatkovnih virov interneta stvari	36
Slika 24: Najbolj iskana orodja poslovne inteligence med uporabniki	37
Slika 25: Razpršeni diagram z dvema in tremi spremenljivkami	39
Slika 26: Vizualizacija distribucije.....	39
Slika 27: Primerjava različnih podatkovnih setov	40
Slika 28: Primerjava podatkovnih setov pri različni časovni periodi	40
Slika 29: Primer prikaza kompozicije	40
Slika 30: Prikaz kompozicije čez čas	41
Slika 31: Najpogostejši dejavniki uspeha implementacije poslovne inteligence	42
Slika 32: Faze izgradnje poslovne inteligence	43
Slika 33: Okvir za izgradnjo storitev pametnega doma.....	44
Slika 34: Senzorji Xiaomi zigbee	47
Slika 35: Senzorji Shelly in Sonoff	47
Slika 36: Modula Wemos D1 mini in Wemos D1	48
Slika 37: Modul RF443/868/915MHz	48
Slika 38: Zaslona Nextion in MAX.....	48
Slika 39: Program NodeRED	49
Slika 40: Program Domoticz	49
Slika 41: Program Grafana	50
Slika 42: Program Microsoft PowerBI	50
Slika 43: Shema rešitve	51
Slika 44: Preprosti scenarij prižiganja in ugašanja vhodne luči	52
Slika 45: NodeRED modul za upravljanje luči	53

KAZALO PRILOG

Priloga 1: Primeri programiranja v programski rešitvi NodeRED in Domoticz.....	1
--	---

SEZNAM KRATIC

angl. - angleško

BAN - (angl. Body Area Network); telesno omrežje

back-end data-sharing - zaledni del ali »strežniška stran«

bluetooth - tehnologija za brezžični prenos podatkov med napravami na majhni razdalji

Data Mining - podatkovno rudarjenje

DBMS - (angl. Database Management System); sistem za upravljanje baz podatkov

BI - (angl. Business Intelligence); poslovna inteligenca

DW - (angl. Data Warehouse); podatkovno skladišče

DSS - (angl. Decision Support Systems); sistemi za podporo odločanju

eCO₂ - ekvivalent CO₂

ETL - (angl. Extract Transform Load - ETL); zbirka orodij za pridobivanje, preoblikovanje in nalaganje

eTVOC - (angl. Total Volatile Organic Compound); skupne hlapne organske spojine

IAB - (angl. Internet Architecture Board); odbor za arhitekturo interneta

IEEE - (angl. Institute of Electrical and Electronics Engineers); inštitut inženirjev elektrotehnike in elektronike

IoT - (angl. Internet of Things); internet stvari

LAN - (angl. Local Area Network); lokalno omrežje

WAP - (angl. Wireless Application Protocol); protokol za prilagajanje spletnih storitev mobilni telefoniji

M2M - (angl. Machine to machine); vzajemna povezava med napravami

MAN - (angl. Metropolitan Area Network); mestno omrežje

MQTT – (angl. Message Queue Telemetry Transport); standardni protokol za sporočanje za internet stvari

OASIS - (angl. Organization for the Advancement of Structured Information Standards); organizacija za napredek strukturiranih informacijskih standardov

OLAP - (angl. On-line Analytical Processing); sprotna analitična obdelava

OWASP - (angl. Open Web Application Security Project); odprti spletni aplikacijski varnostni projekt

SDN - (angl. software defined network); programsko definirana omrežna tehnologija

PAN - (angl. Personal Area Network); osebno omrežje

PaaS - (angl. Platform-as-a-Service); računalniško okolje kot storitev

RFID - (angl. Radio Frequency Identification); radio frekvenčna identifikacija

SaaS - (angl. Software as a Service); programje kot storitev

URI - (angl. Uniform Resource Identifier); identifikator vira

WAN - (angl. Wide Area Network); prostrano omrežje

zigbee - nizkocenovni standard brezžičnega omrežja z nizko porabo, ki je namenjen napravam z napajanjem na baterije, v programih za brezžično krmiljenje in spremljanje

UVOD

Živimo v času, ko tehnologija vse bolj narekuje način našega življenja, internet in spletne tehnologije pa so omogočile razvoj naprav, ki nam lahko koristijo na številnih področjih. Internet stvari (angl. Internet of Things - IoT) predstavlja vizijo in vseprisotno realnost, v kateri se internet razteza v resnični svet in zajema vsakdanje predmete. Fizični predmeti niso več ločeni od virtualnega sveta, ampak jih je mogoče upravljati na daljavo in lahko delujejo kot fizično dostopne točke do internetnih storitev. Internet stvari naredi računalništvo resnično vseprisotno (Mattern & Floerkemeier, 2010).

Na podlagi opredelitev se zdi, da je internet stvari označen kot niz medsebojno povezanih omrežij stvari, ki jih je mogoče narediti pametne, če jih je mogoče identificirati, poimenovati in naslavljati. Stvari so lahko fizični predmeti ali njihovi opisi ali podatki, povezani z njimi, ali celo odnosi med predmeti. Sistemi interneta stvari kažejo zmogljivosti prilagajanja, od majhnih sistemov, ki temeljijo na nekaj senzorjih, do velikih in kompleksnih sistemov. V tej perspektivi se pojavlja razlika med vozlišči: senzor, aktuator, prehod, navidezni predmet. Vsi prevzemajo vseprisotno povezljivost, medtem ko vsak subjekt opravlja različne funkcije (Minerva, Biru & Rotondi, 2015).

Kot navaja Madakam (2015), internet stvari opredeljujemo kot odprto in celovito omrežje inteligentnih stvari, ki se lahko samodejno organizirajo, delijo informacije, podatke in vire, reagirajo in delujejo v soočenih situacijah in spremembah v okolju.

Internet stvari se uporablja na številnih področjih, eno izmed najbolj hitro rastočih pa je uporaba interneta stvari v pametnih domovih. Sistemi pametnih domov so v zadnjih desetletjih dosegli veliko popularnost, saj povečujejo udobje in kakovost življenja. Pametni dom, ki temelji na internetu stvari, postaja pomemben del pametnih in inteligentnih mest, ki se razvijajo po vsem svetu. Namen pametnega doma je izboljšati življenjski standard in varnost ter prihranek energije in virov. Tako ima pametni dom pomembno vlogo pri razvoju družbe (Malche & Maheshwary, 2017).

Kot ugotavlja Domb (2019), so klasični dom, internet stvari, računalniški oblak in obdelava dogodkov, ki temeljijo na vnaprej opredeljenih pravilih, gradniki napredne integrirane kombinacije pametnega doma, vsaka komponenta pa prispeva svoje osnovne lastnosti in tehnologije k predlagani sestavi pametnega doma. Računalništvo v oblaku ponuja prilagodljivo računalniško moč, prostor za shranjevanje in namenske programe za razvoj, vzdrževanje, izvajanje domačih storitev in dostop do domačih naprav kjer koli in kadar koli. Sistem za obdelavo dogodkov, ki temelji na pravilih, omogoča nadzor in orkestracijo celotne napredne sestave pametnega doma. Internet stvari preko internetne povezave omogoča daljinsko upravljanje mobilnih naprav integriranih z različnimi senzorji, ki se lahko pritrdijo na gospodinjske aparate, kot so klimatske naprave, luči in druge. Tako vgrajujemo

računalniško inteligenco v domače naprave, da zagotovimo načine za merjenje domačih razmer in spremljanje funkcionalnosti gospodinjskih aparatov.

Pametni dom temelji na naslednjih glavnih funkcijah: opozarjanje, nadzor, upravljanje in inteligenca (Malche & Maheshwary, 2017). Za opozarjanje sistem pametnega doma zaznava svoje okolje in preko elektronske pošte, tвитov, sporočil ali družbenih medijev pošlje opozorila uporabniku. Nadzor je pomembna funkcija v pametnem domu, saj spremlja dejavnosti v domu. Na primer, nadzor se lahko izvaja prek različnih senzorjev in pošilja opozorila za uporabo, kot je vklop klimatske naprave, ko je temperatura nad nastavljeno vrednostjo. Ena izmed funkcij pametnega doma je tudi, da uporabniku omogoči nadzor nad hišo, na primer pri vklopu/izklopu luči, zaklepanju/odklepanju vrat, odpiranju/zapiranju oken itd.

Nadzor omogoča uporabnikom upravljanje z različnimi napravami na preprost način, na primer prek mobilnega namenskega programa. Obveščevalna funkcija je povezana s samodejnim odločanjem o pojavu različnih dogodkov. Tak mehanizem uporablja umetno inteligenco, ki je vgrajena v sistem. Omogoča, da na primer aparat za kavo samodejno pripravi kavo ob prihodu določenega gosta, ali pa lahko hladilnik samodejno naroči živila, če jih v hladilniku primanjkuje (Yuen in drugi, 2018).

Z vsem udobjem in funkcionalnostmi, ki jih omogoča internet stvari, pa se pojavijo tudi morebitne nevarnosti za uporabnike takih naprav. Standardne varnostne zahteve pri napravah interneta stvari temeljijo na zaupanju, integriteti in preverjanju pristnosti. Zaradi pomanjkanja varnostnega mehanizma v napravah interneta stvari mnogi podatki postanejo dostopni tudi izven uporabnikovega omrežja, kar žrtev v mnogih primerih niti ne opazi. Glede na pomen varnosti v aplikacijah interneta stvari je zelo pomembno, da v naprave za internet stvari in v komunikacijska omrežja namestimo ustrezne varnostne mehanizme (Shouran, Ashari & Priyambod, 2019).

Eden izmed najpomembnejših elementov pri zagotavljanju varnosti naprav interneta stvari tako v splošnem kot v pametnih domovih pa je skrb za upravljanje in vzdrževanje podatkov, pri čemer veliko vlogo igra poslovna inteligenca (angl. Business Intelligence - BI). Delovanje poslovne inteligence temelji na shranjenih preteklih in prejetih sedanjih podatkih za oceno in izračun prihodnjih podatkov. Razlika med tradicionalnimi algoritmi za napovedovanje časovnih vrst in tistimi, ki vključujejo podatke interneta stvari, je sposobnost učenja iz samega obsega podatkov interneta stvari, ki je danes znan kot masovni podatki (angl. Big Data). Količina podatkov iz senzorjev je lahko ogromna. Preprost primer predstavlja klimatska naprava, saj je njeno delovanje odvisno od več dejavnikov – temperature, vlažnosti, področij, v katerih se nahaja in trenutnih vremenskih podatkov (Dey, Fong, Song & Cho, 2018).

Poslovna inteligenca je v različnih strokovnih literaturah različno definirana. Prvotne definicije se razlikujejo od današnjih, ki dopolnjujejo prvotne razlage z orodji, rešitvami in tehnologijo, ki je v tem času nastala dostopnejša. Tako je v delu »Business Intelligence Roadmap« navedeno, da poslovna inteligenca ni niti produkt niti sistem, ampak je definirana kot arhitektura in zbirka podatkovnih baz, integriranih in operativnih procesov ter odločitvenih programov za poslovno odločanje, ki vsi skupaj omogočajo možnost pristopa do poslovnih podatkov za poslovno komuniciranje (Moss & Atre, 2003).

Novejša je definicija podjetja Gartner Inc., ki poslovno inteligenco definira kot krovni izraz, ki vključuje namenske programe, infrastrukturo in orodja ter zbirko najboljše prakse, ki omogočajo dostop do informacij in analizo informacij, s katerimi dosežemo čim boljše odločitve in učinkovitost (Gartner, 2013). Zanimiva je tudi opredelitev poslovne inteligenca, ki v imenu že vključuje tudi analitiko, in sicer da je Analitika in poslovna inteligenca (angl. Analytics and Business Intelligence - ABI) krovni izraz, ki vključuje aplikacije, infrastrukturo in orodja ter najboljše prakse, ki omogočajo dostop do informacij in analizo informacij za izboljšanje in optimizacijo odločitev in uspešnosti (Gartner, 2021).

Poslovna inteligenca obsega široko paleto programov za analizo, zbiranje, shranjevanje in preprosto dostopnost podatkov, ki uporabnikom pomagajo izboljšati poslovne procese. Dobra postavitev poslovne inteligenca mora vključevati poslovni namen in tehnično funkcionalnost. Orodja poslovne inteligenca, ki se pogosto uporabljajo so: podatkovna skladišča (angl. Data Warehouse), podatkovno rudarjenje (angl. Data Mining), pridobivanje, transformacija, nalaganje (angl. Extract, Transform, Load - ETL) in sprotne analitične obdelave (angl. On-line Analytical Processing - OLAP) (Muhammad, Ibrahim, Bhatti & Waqas, 2014).

Pametni domovi so polni raznoraznih povezanih pripomočkov, vendar vsak potrošnik te naprave uporablja drugače. Varnost pametnega doma, ki jo omogoča umetna inteligenca, da lahko integratorju jasno sliko o tem, kako naprave uporabljamo v domovih uporabnikov. Na primer, če imamo doma samo eno varnostno kamero in jo preverimo 10 do 15 krat na dan, bi to lahko pomenilo, da potrebujemo več kamer za pokrivanje več področij. Po drugi strani pa, če le enkrat na teden aktiviramo in razorožimo svoj sistem ali pa sploh ne, to lahko pomeni, da sistem morda ne izpolnjuje zahtev. V obeh primerih spreminjanje podatkov v poslovno inteligenco pomeni, da je pri obstoječem sistemu pametnega doma morda potrebna optimizacija (Mayne, 2021).

Pri postavitvi pametnega doma je pomembna sistemska integracija, ki jo dosežemo tako, da domače elektronske sisteme povežemo skupaj in postavimo pod osrednji nadzor, tako da delujejo skupaj na učinkovit in uspešen način (Jackson, 2003).

Razvoj modula interneta stvari, kot dela sistema interneta stvari v pametnem domu običajno vsebuje tudi sistem poslovne inteligence. Pri razvoju sistema poslovne inteligence običajno upoštevamo naslednje faze (Moss & Atre, 2003):

- poslovno opravičevanje projekta, kjer ocenimo poslovne potrebe in ugotovimo, ali je sploh smiselno, da gremo v ta projekt,
- klasično načrtovanje projekta, kjer razvijemo strateške in taktične načrte, ki določajo, kako bo projekt dosežen,
- poslovna analiza, kjer ugotavljamo, kakšne so potrebe, kaj imamo na voljo in kje so vrzeli,
- načrtovanje sistema, kjer si zamislimo izdelek, ki nam rešuje zastavljeni poslovni problem,
- izgradnja, kjer zgradimo izdelek, ki rešuje zastavljeni problem,
- postavitve sistema, kjer narejeni izdelek postavimo v naravno okolje in izmerimo njegovo učinkovitost, da ugotovimo, ali izdelek izpolnjuje, presega ali ne dosega pričakovanih rezultatov.

Namen magistrskega dela je analizirati področje poslovne inteligence kot del interneta stvari v pametnih domovih in predstaviti razvoj programskega modula poslovne inteligence za uporabo v pametnih domovih ter njegovo aktivno namestitve z vsemi zahtevanimi komponentami interneta stvari in analitično vizualizacijsko opremo, ki omogoča avtomatizirano prižiganje/ugašanje naprav, avtomatiko naprav, optimizirano električno porabo in uporabo elektronskih naprav v stanovanju, obveščanje o naročenih dogodkih in opozarjanje na odkrite nepravilnosti.

Za doseganje namena magistrskega dela bom v svoji raziskavi zasledoval naslednje cilje:

- opredeliti pametni dom,
- prepoznati prednosti in slabosti uporabe interneta stvari v pametnih domovih,
- ugotoviti, kako v pametnem domu zagotoviti čim večjo povezljivost naprav različnih proizvajalcev pametnih naprav,
- ugotoviti, kako učinkovito zagotoviti varnost uporabe naprav in podatkov, ki sestavljajo internet stvari v pametnih domovih,
- predstaviti potek razvoja modula poslovne inteligence kot dela interneta stvari v izbranem pametnem domu,
- prikazati korake implementacije modula poslovne inteligence kot dela interneta stvari v izbranem pametnem domu.

Magistrsko delo je sestavljeno iz dveh delov, in sicer teoretičnega in praktičnega. Uporabil bom primarne vire temeljne raziskave, s katerimi bom poglobil znanje o problematiki in aplikativne raziskave, s katerimi bom raziskal možne rešitve za specifične težave. V teoretičnem delu sem na podlagi strokovne in znanstvene domače in tuje literature preučil področje pametnega doma, definicije komponent pametnega doma, prednosti in slabosti

posameznih modulov pametnega doma, zasnovo poslovne inteligence ter vpletenost poslovne inteligence v analizo podatkov, ki jih zajemajo naprave interneta stvari.

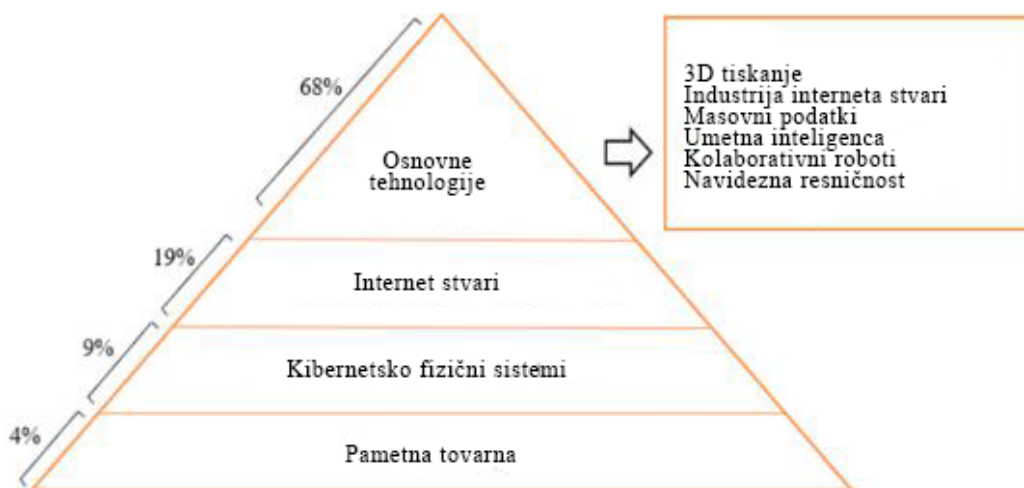
Drugi del bo temeljil na praktičnem delu, kjer bom na podlagi ugotovitev iz teoretičnega dela prikazal potek razvoja konkretnega modula poslovne inteligence in njegove integracije kot dela pametnega doma v stanovanjsko enoto, ter s pomočjo modula poslovne inteligence optimiziral delovanje posameznih komponent pametnega doma. Pri tem bom upošteval ugotovljena pravila za izbiro pravih komponent pametnega doma. Na koncu bom z metodo sinteze ugotovitev teoretičnega in praktičnega dela podal ključne ugotovitve magistrskega dela.

1 INTERNET STVARI

1.1 Industrija 4.0

Različni viri so opredelili industrijo 4.0 kot »zasnova, ki se uporablja za opis povezanega tehnološkega napredka, ki zagotavlja osnovo za povečanje stopnje digitalizacije industrijskih in poslovnih okolij«. Običajno se pri razpravi o razvoju industrije 4.0 razlikujejo štiri ključne komponente, ki so prikazane na sliki 19 v naraščajočem načinu glede na njihov vpliv (Romero, Khalaf & Prado, 2021).

Slika 1: Osnovne komponente Industrije 4.0



Prerejeno po Romero, Khalaf in Prado (2021).

Osnovne komponente Industrije 4.0 prikazuje slika 1.

Temeljne tehnologije industrije 4.0 vključujejo senzorje, komunikacijske protokole, računalništvo v oblaku, kibernetične fizične sisteme, aditivno proizvodnjo, poslovno inteligenco in masovne podatke ter druge nastajajoče tehnologije. Večina teh tehnologij ni nedavna inovacija, vendar pa je prav zaradi kombinacije tehnologij, poslovnih procesov in obdelave podatkov Industrija 4.0 novost (Bordeleau, Mosconi & Santa-Eulalia, 2018).

1.2 Opredelitev in zgodovina razvoja interneta stvari

Internet je močan globalni komunikacijski medij, ki zagotavlja takojšnje informacije po geografskih, kulturnih, jezikovnih in časovnih področjih, stvar pa je mogoče opredeliti kot entiteto, idejo ali kakovost, ki jo zaznamo. Tako lahko internet stvari opredelimo kot "odprto in celovito omrežje inteligentnih objektov, ki imajo sposobnost samodejnega organiziranja, izmenjave informacij, podatkov in virov, reagiranja in ukrepanja v položajih in spremembah v okolju" (Madakam, 2015).

Pod pojmom stvar ne razumemo le elektronskih naprav, s katerimi se srečujemo v vsakdanjem življenju, kot so oprema in elektronski pripomočki, temveč tudi stvari, ki jih običajno nimamo za elektronske - kot so hrana, oblačila, pohištvo, različni materiali, blago in specializirani predmeti, znamenitosti, spomeniki in umetniška dela. Ko ima nekaj edinstven identifikator, ga je mogoče označiti, mu dodeliti enotni identifikator vira (angl. Uniform Resource Identifier - URI) in ga spremljati prek omrežja in avtomatizirati (Madakam, 2015).

Slika 2: Primer radio frekvenčnega identifikatorja

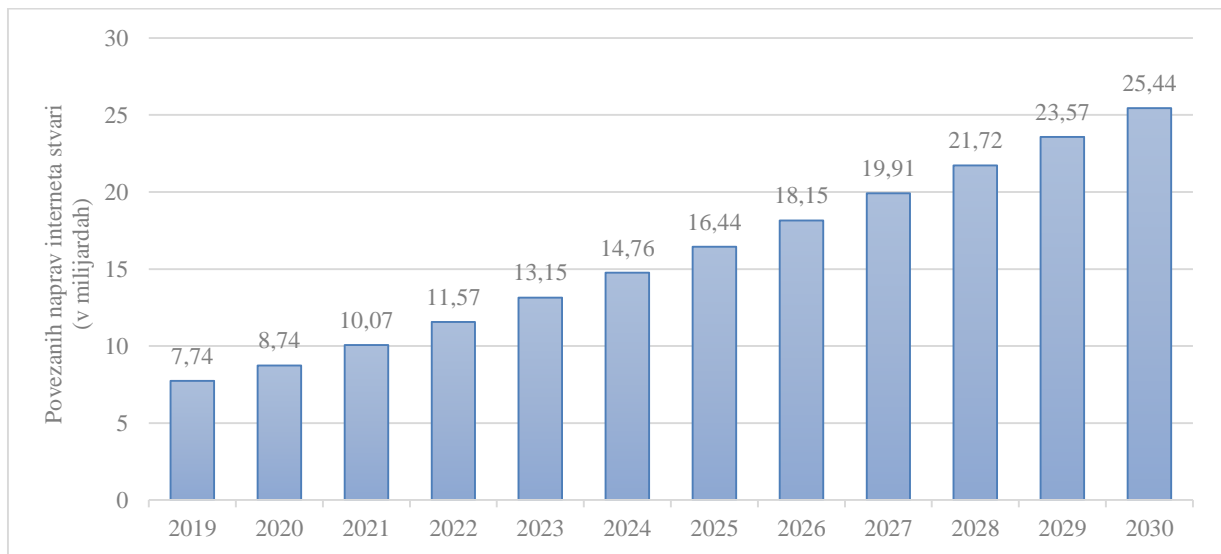


Prerejeno po MIKROE (2016).

Danes je ena izmed najbolj uporabljenih tehnologij za povezovanje predmetov radio frekvenčna identifikacija (angl. Radio Frequency Identification - RFID), ki jo je leta 1935 razvil škotski fizik Robert Alexander Watson-Watt z odkritjem radarja in je posledično v sodelovanju z Britanci razvil sistem za razpoznavanje prijateljskih letal v zraku, ki je temeljil na tehnologiji radio frekvenčne identifikacije in so ga uporabili med drugo svetovno vojno (Wikipedia, 2021). Primer radio frekvenčnega identifikatorja je prikazan na sliki 2.

Število naprav interneta stvari po vsem svetu naj bi se po napovedih skoraj potrojilo iz 8,74 milijarde leta 2020 na več kot 25,44 milijarde naprav interneta stvari leta 2030. Leta 2020 je bilo največje število naprav interneta stvari na Kitajskem, in sicer 3,17 milijarde naprav (Holst, 2020). Slika 3 prikazuje projekcijo števila povezanih naprav interneta stvari.

Slika 3: Projekcija števila povezanih naprav interneta stvari



Prerejeno po Holst (2020).

Inštitut inženirjev elektrotehnike in elektronike (angl. Institute of Electrical and Electronics Engineers - IEEE) je globalna profesionalna inženirska organizacija, katere poslanstvo je spodbujati tehnološke inovacije in odličnost v dobro človeštva. V svojem posebnem poročilu o internetu stvari (IEEE, 2014), je IEEE opisal besedno zvezo interneta stvari kot: »Internet stvari – vsak je vgrajen s senzorji, ki so povezani z internetom.« Ta izjava je napisana kot opis interneta stvari, ne kot uradna definicija koncepta. Vendar lahko vidimo, da opis obravnava samo fizični vidik interneta stvari. Z uradno definicijo zasnove interneta stvari se ukvarja standard IEEE P2413, katerega namen je opredeliti arhitekturni okvir, ki obravnava opise različnih domen interneta stvari, definicije abstrakcij domen interneta stvari in identifikacijo skupnih točk med različnimi domenami interneta stvari. IEEE P2413 trenutno obravnava arhitekturo interneta stvari kot tristopenjsko, pri čemer so plasti pojasnjene na sliki 4 (Roberto Minerva, 2015).

Najnižja je raven stvari, ki vsebuje tudi vgrajeno programsko opremo, na katerih delujejo stvari. Na povezovalni ravni govorimo o komunikaciji oziroma protokolih, ki omogočajo komunikacijo med stvarmi in zaledno infrastrukturo ali oblakom, zgornji tretji nivo pa je aplikacijski nivo, kjer deluje programska oprema z analitiko in upravljanjem stvari.

Standard IEEE 2413 določa tudi obseg trga in deležnike interneta stvari, kar prikazuje slika 5 in iz katere razberemo vseobsežnost trga interneta stvari, ki se razprostira od uporabnikov zasebnih področij doma in upravljalcev, preko potreb in zahtev posameznikov v vsakdanjem življenju od zdravstvenih zahtev, zavarovalnic in komunalnih storitev pa vse do dostavne verige in proizvodnje z mestnimi oblastmi in industrijsko infrastrukturo. V vse procese so vključeni tako trgovina, ponudniki energije, javni in lastni prevoz, logistika in proizvodnja, kar tvori celoten krog potreb modernega človeka.

Slika 4: Tristopenjska arhitektura interneta stvari

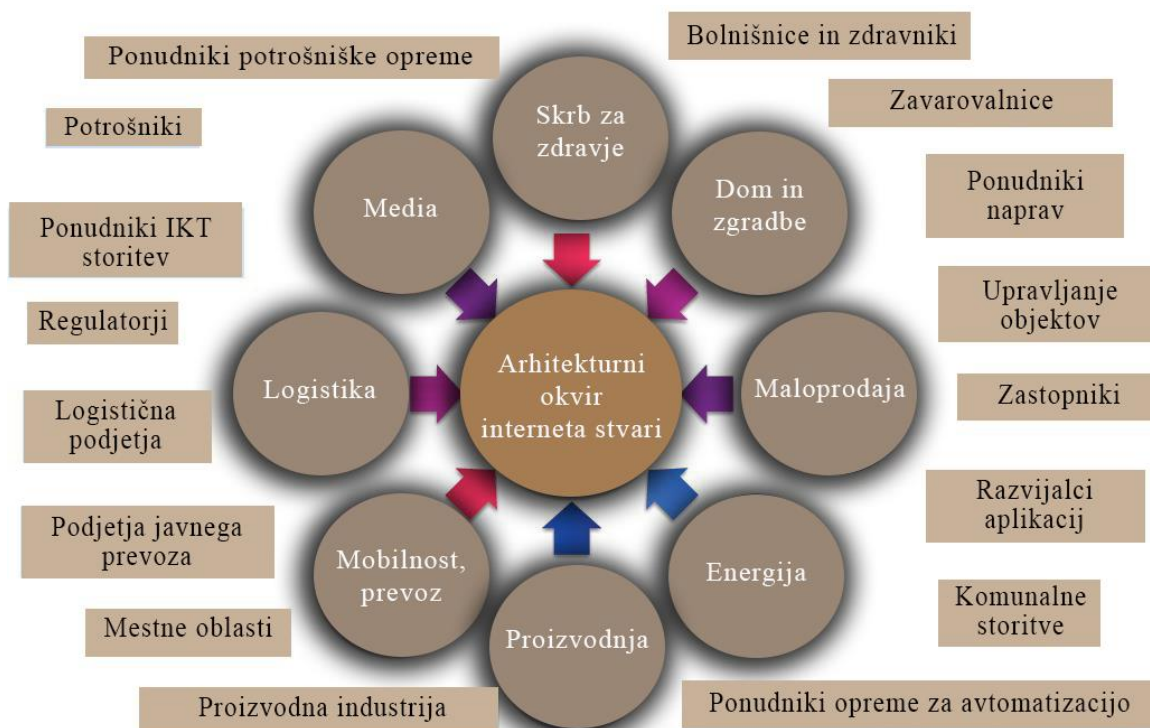


Prirejeno po Hassan (2018).

Maloprodajna industrija je v zadnjih dveh letih pričala znatni rasti, zlasti z veliko širitvijo industrije e-trgovine po vsem svetu, zato trgovci na drobno ne uporabljajo samo rešitev interneta stvari za izboljšanje svoje operativne učinkovitosti, ampak tudi za izboljšanje uporabniške izkušnje, da bi pridobili konkurenčno prednost. To je razlog, da so nižji stroški senzorjev, povezljivosti, ki temeljijo na internetu stvari, povpraševanje strank po boljši nakupovalni izkušnji in vse večja uporaba rešitev za pametno plačevanje med glavnimi dejavniki, ki spodbujajo sprejetje rešitev interneta stvari v preučevanem segmentu. Internet stvari igra pomembno vlogo pri avtomatizaciji procesov in izboljšanju operativne učinkovitosti maloprodajnih trgovin. Zagotavlja optimizacijo energije, nadzor in varnost,

optimizacijo dobavne verige, optimizacijo zalog in upravljanje delovne sile. Internet stvari pridobiva tudi zmogljivosti pri spremljanju hladne verige za temperaturno občutljivo živilsko in farmacevtsko blago. Trg interneta stvari je zelo konkurenčen zaradi prisotnosti številnih velikih in malih igralcev na trgu, ki delujejo na domačem in mednarodnem trgu. Zdi se, da je trg razdrobljen zaradi prisotnosti številnih tehnoloških velikanov na trgu. Ključne strategije, ki so jih sprejeli glavni igralci na trgu, so inovacije izdelkov ter združitve in prevzemi. Največji predstavniki interneta stvari na trgu so Cisco Systems, Inc., Google, Inc., IBM Corporation in Microsoft Corporation (Mordor Intelligence, 2020).

Slika 5: Trg interneta stvari in deležniki



Prirejeno po Minerva, Biru in Rotondi (2015).

1.3 Komponente interneta stvari

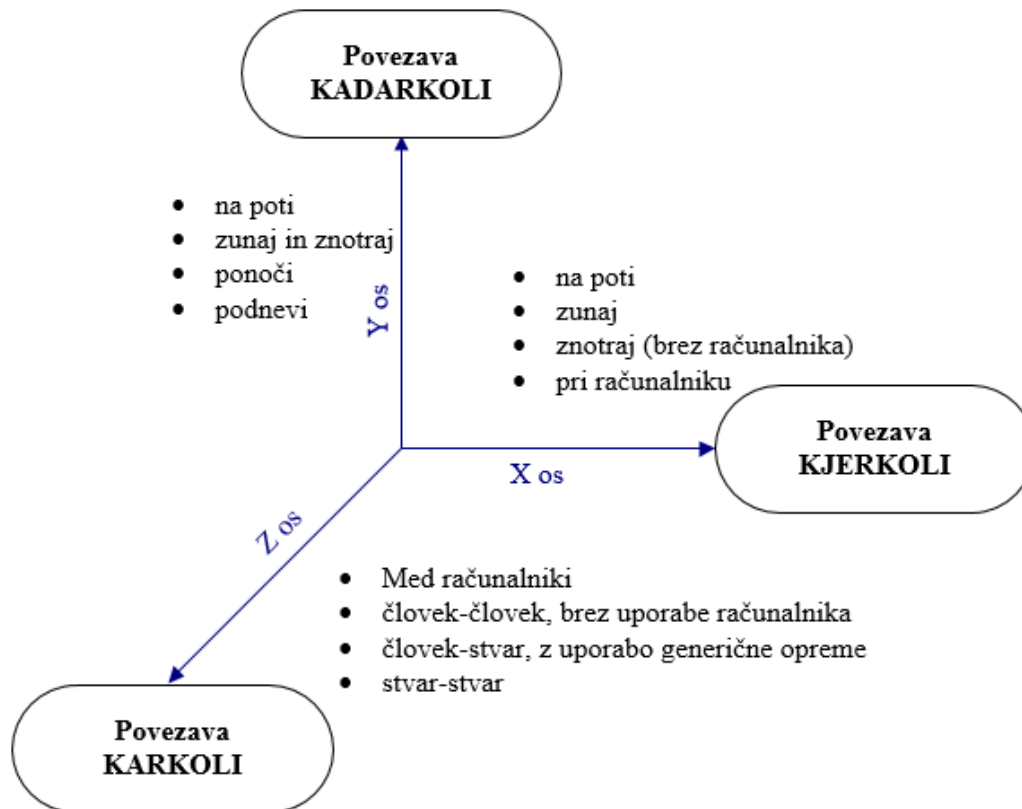
ITU (International Telecommunication Union) je specializirana agencija Združenih narodov za informacijske in komunikacijske tehnologije. ITU opredeljuje internet stvari kot omrežje, ki je na voljo kjerkoli, kadarkoli, za karkoli in kogarkoli (Minerva, Biru & Rotondi, 2015). ITU opredelitev interneta stvari je prikazana na sliki 6.

Glavni gradniki interneta stvari so stvari ali predmeti, vozlišča (angl. hub), omrežna infrastruktura in infrastruktura v oblaku (Pradeep & Nallapaneni, 2018):

- stvari sestavljajo senzorji in aktuatorji, ki lahko komunicirajo in zbirajo podatke iz okolice brez človeškega posega,
- prehodi delujejo kot vmesni blok in omogočajo povezljivost med stvarmi in infrastrukturo, zagotavljajo pa tudi varnost in sposobnost upravljanja med pretokom podatkov,

- omrežna infrastruktura omogoča nadzor nad pretokom podatkov od stvari do infrastrukture in omogoča varnost med pretokom informacij,
- oblachna infrastruktura, ki jo sestavljajo navidezni strežniki in enote za shranjevanje podatkov, pa omogoča analitične, logične in napredne računalniške sposobnosti.

Slika 6: Opredelitev interneta stvari po ITU



Prirejeno po Minerva, Biru in Rotondi (2015).

Z operativnega vidika je koristno razmisliti o tem, kako se naprave interneta stvari povezujejo in komunicirajo v smislu njihovih tehničnih komunikacijskih modelov. Marca leta 2015 je odbor za arhitekturo interneta (angl. Internet Architecture Board - IAB) izdal vodilni arhitekturni dokument za mreženje pametnih objektov, ki opisuje okvir štirih skupnih komunikacijskih modelov, ki jih uporabljajo naprave interneta stvari (Rose, Eldridge & Chapin, 2015):

- komunikacija naprava-naprava,
- komunikacija naprava-oblak,
- model naprava-prehod,
- model deljenja podatkov v zaledju (angl. Back-End Data-Sharing).

Evolucijo v svetu interneta stvari so ustvarile internetne stvari, ki so skupina naprav, ki jih je mogoče spremljati in nadzorovati prek vozlišča in spletnih storitev. S pametnimi stvarmi fizični svet postaja velik informacijski sistem v katerem analitika masovnih podatkov (angl. Big Data Analytics - BDA) pomaga pri analizi za boljše odločitve (Madakam, 2015).

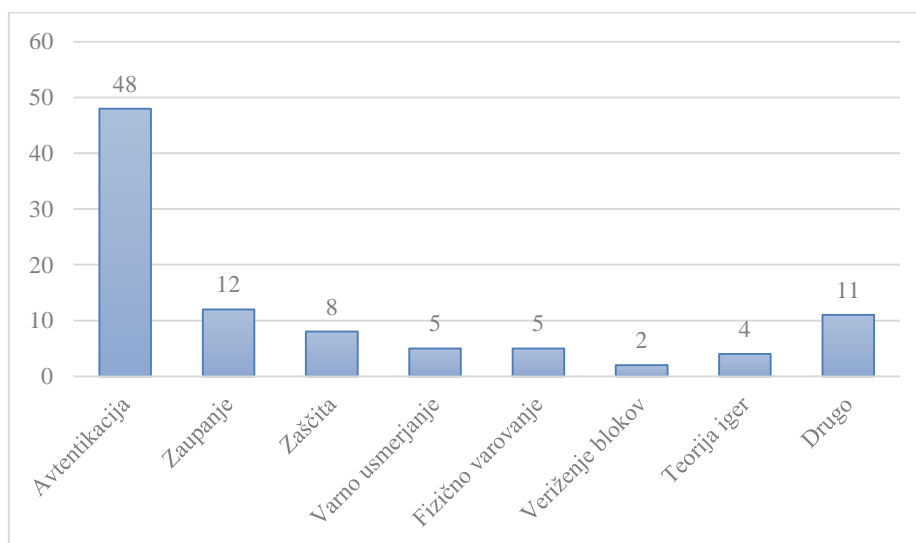
1.4 Varnost naprav interneta stvari

Vsaka slabo zavarovana naprava, ki je povezana na splet, lahko globalno vpliva na varnost in odpornost interneta, in ne samo lokalno. Celotna varnost in odpornost interneta stvari sta odvisni od tega, kako se varnostna tveganja ocenjujejo in upravljajo. Varnost naprave je funkcija tveganja, da bo naprava ogrožena, škode, ki jo bo takšen kompromis povzročil, ter časa in sredstev, potrebnih za doseganje določene ravni zaščite. Če uporabnik ne prenese visoke stopnje varnostnega tveganja, bo moral porabiti precejšnjo količino sredstev za zaščito sistema oz. naprav pred napadom (Rose, Eldridge & Chapin, 2015).

Posledice okvar interneta stvari so lahko hude, zato sta študija in raziskave varnostnih vprašanj izjemnega pomena. Glavni cilj varnosti interneta stvari je ohraniti zasebnost, zaupnost, zagotoviti varnost uporabnikov, infrastrukture, podatkov in naprav interneta stvari ter zagotoviti razpoložljivost storitev, ki jih ponuja ekosistem interneta stvari. Tako raziskave na področju varnosti interneta stvari v zadnjem času pridobivajo velik zagon s pomočjo razpoložljivih simulacijskih orodij, modelov ter računalniških in analiznih platform (Noor & Hassan, 2019).

Varnost je velik izziv v omrežjih interneta stvari, ki ga je treba obravnavati, če želimo, da bodo omrežja sprejeta in uporabljena v različnih vidikih človeških dejavnosti, kot sta trgovina in zabava. Ena od obetavnih tehnologij, ki jih je mogoče uporabiti za identifikacijo in avtentikacijo objektov interneta stvari, je varnostni protokol, ki uporablja edinstvene ključe in časovne žige za preverjanje vozlišč in sporočil, izmenjanih v danem omrežju. Pristop je omejen, saj zahteva veliko računalniške moči za preverjanje pristnosti vseh predmetov, sporočil in naprav v danem omrežju interneta stvari. Uporaba strežnika za preverjanje pristnosti lahko povzroči tudi ozko grlo, ki lahko poslabša zmogljivost (Alhalafi & Veeraraghavan, 2019).

Slika 7: Objave o varnostnih mehanizmih interneta stvari med leti 2016 do 2018



Prerejeno po Noor in Hassan (2019).

Slika 7 prikazuje objave o varnostnih mehanizmih interneta stvari med leti 2016 in 2018. Opaziti je, da je avtentikacija še vedno najbolj priljubljena tehnika za upravljanje varnosti, medtem ko upravljanje zaupanja postaja vse bolj priljubljeno zaradi svoje sposobnosti preprečevanja ali odkrivanja zlonamernega vozlišča. Po drugi strani se raziskave o šifriranju osredotočajo na lahko in poceni šifriranje za naprave z nizko porabo energije in omejenimi zmogljivostmi (Noor & Hassan, 2019).

Internet stvari je ranljiv za različne kibernetične napade in potrebuje zahtevne tehnike, da bi dosegel svojo varnost. Glavni cilj varnosti interneta stvari je zaščititi zasebnost uporabnikov, celovitost in zaupnost podatkov, varnost infrastrukture in naprav interneta stvari, prav tako zagotoviti razpoložljivost storitev, ki jih zagotavlja ekosistem interneta stvari (Litoussia, Kannouf, Makkaouic, Ezzati & Fartitchou, 2020).

Postavljena so bila številna vprašanja v zvezi z varnostnimi izzivi, ki jih predstavljajo naprave interneta stvari. Veliko dvomov je obstajalo pred rastjo interneta stvari. Nekateri pomembni dvomi se nanašajo predvsem na (Rose, Eldridge & Chapin, 2015):

- kompromise med ceno in varnostjo,
- standarde in metrike,
- zaupnost podatkov, avtentikacijo in nadzor dostopa,
- deljeno odgovornost,
- dobre prakse oblikovanja in zastaranje naprav.

Tabela 1: Možni napadi na radio frekvenčni identifikaciji in brezžičnem omrežju

	Napadi na radio frekvenčni identifikaciji	Napadi na brezžičnem omrežju
Nivo	Možen napad	Možen napad
Fizični nivo/ Povezava	Motilci, ponovitveni napadi, napad Sybil, selektivno posredovanje, sinhroni napad	Pasivne interference, aktivni motilci Aktivno motenje za začasno onemogočanja delovanje naprave, Sybil, uničevanje čitalcev radio frekvenčne identifikacije, ponovitveni napadi.
Omrežje/ Prenos podatkov	Nepravičnost, lažno usmerjanje, prisluškovanje	Napadi z oznakami: kloniranje, ponarejanje, napadi s čitalci: lažno predstavljanje, prisluškovanje, napadi omrežnega protokola.
Aplikacijski nivo	Vrinjanje, polnjenje medpomnjenja	Vrinjanje, polnjenje medpomnilnika, neavtorizirano branje oznak, spreminjanje oznak.
Večnivojski napadi	Napad s strani, ponovni napadi, analiziranje prometa, kripto napad	Napad s strani, ponovni napadi, analiziranje prometa, kripto napad.

Prerejeno po Noor in Hassan (2019).

Zaradi raznolikosti naprav in množice komunikacijskih protokolov v sistemih interneta stvari ter različnih ponujenih vmesnikov in storitev ni primerno izvajati blažitve varnosti na

podlagi tradicionalnih IT omrežnih rešitev. Dejansko trenutni varnostni ukrepi, ki se uporabljajo v običajnem omrežju, morda ne bodo zadostni. Vektorji napadov, kot jih navaja spletna skupnost, ki izdeluje brezplačno dostopne članke, metodologije, dokumentacijo, orodja in tehnologijo na področju varnosti spletnih aplikacij (angl. Open Web Application Security Project - OWASP), zadevajo tri stopnje sistema interneta stvari, ki so strojna oprema, komunikacijska povezava in vmesniki/storitve. Zato bi morala implementacija zmanjševanja varnosti interneta stvari vključevati varnostno arhitekturo na vseh nivojih interneta stvari. Glede na varnostno arhitekturo interneta stvari so varnostna vprašanja pomembna na vseh ravneh. Na primer, pomanjkanje šifriranja prometa povzroča nezanesljivo komunikacijsko povezavo med napravo in oblakom, napravo in prehodom, napravo in mobilnimi namenskimi programi, eno napravo in drugo napravo ter komunikacijo med prehodom in oblakom. Radio frekvenčna identifikacija in brezžično senzorsko omrežje (angl. Wireless Sensor Networks - WSN) se obravnavata kot del omrežja interneta stvari. Tako so možni napadi na ta dva sistema predstavljeni v tabeli 1 (Noor & Hassan, 2019).

Internet stvari je multidisciplinarno področje, kjer tehnologija sreča ljudi, da obogati kakovost bivanja z izboljšanim delovnim okoljem in učinkovito produktivnostjo. Ker se število naprav interneta stvari povečuje, se številna nova tehnološka področja integrirajo v internet stvari za upravljanje, povezavo in sodelovanje z osrednjim strežnikom ali prehodom. Uporaba porazdeljene inteligence bo omogočila sprejemanje odločitev in zmanjšala nepotreben prenos podatkov v oblak. V tem prispevku je bil predstavljen poenostavljen generični model s šestimi plastmi, ki lahko predstavlja kateri koli sistem interneta stvari. Ustrezna implementacija porazdeljene inteligence na tem večplastnem modelu bo zagotovila popolno varnost za internet stvari. Uporaba strojnega učenja v internetu stvari raste v vseh sektorjih, vključno z varnostjo. Čeprav algoritmi strojnega učenja izboljšujejo paradigmo interneta stvari, uvaja tudi varnostna vprašanja. Ogroženo vozlišče interneta stvari se lahko usposobi z zavajajočimi podatki, se lahko obnaša nepričakovano in je lahko zelo škodljivo. Za zaščito vozlišč interneta stvari pred nepooblaščenim dostopom je potrebna zanesljiva infrastruktura. Ogromno količino občutljivih podatkov bi bilo treba proizvesti iz prihodnjih sistemov interneta stvari. Zaradi varnosti, zasebnosti in zaupanja v prihodnja omrežja interneta stvari in podatkov interneta stvari se bo povečala uporaba algoritmov strojnega učenja, porazdeljene inteligence, virtualizacije omrežnih funkcij, programsko določenega omrežja (angl. software defined network - SDN), tehnologij veriženja blokov (angl. Blockchain) in brezžičnega omrežja 5G. Uporaba vseh teh nastajajočih tehnologij uvaja odprta varnostna vprašanja, ki jih je treba obravnavati v nadaljnjih raziskavah (Sadique, Rahmani & Johannesson, 2018).

Programsko določeno omrežje in veriženje blokov sta med priljubljenimi novimi tehnologijami, ki se združujejo z varnostnimi rešitvami interneta stvari. Glavna ideja programsko določenega omrežja je ločiti nadzor omrežja in nadzor podatkov. Tako sta omogočena centralizirana kontrola in dinamično upravljanje omrežja, da bi se spopadli z ovirami, kot so dodeljevanje virov, decentralizacija, psevdoanonimnost in varne transakcije.

Nove ranljivosti, kot so nezaščiteni komunikacijski kanali, prisotnost zlonamernih dejavnosti v omrežju in nezavarovane fizične naprave, prinašajo nove vrste groženj v omrežja interneta stvari. To tudi dokazuje, da so naprave interneta stvari tarče površinskih napadov zaradi nepravilnih popravkov in posodobitev: pogosto so naprave opremljene z minimalno ali celo brez avtentikacije ali šifriranja. Poleg tega so te naprave običajno nameščene v tujem okolju in so vedno na voljo, zato lahko obstaja minimalna zaščita pred kakršnim koli nezakonitim fizičnim dostopom ali pa zaščite sploh ni. Preverjanje pristnosti in šifriranja sta lahko učinkoviti rešitvi za ublažitev varnostnih težav v internetu stvari, vendar pa je za naprave z nizko porabo energije in z omejenimi viri implementacija učinkovite avtentikacije in šifriranja še v povojih in ne zagotavlja preprečevanja zlonamernih vozlišč v omrežju, kot so poškodovane naprave ali stroji. Poleg tega proizvajalci zaradi svoje priročnosti običajno uporabljajo trdo kodirane poverilnice ali gesla, kar običajno vodi do pomembne napake pri preverjanju pristnosti (Noor & Hassan, 2019).

2 PAMETNI DOM

2.1 Opredelitev in zgodovina razvoja pametnega doma

Zasnova pametnega doma se nanaša na priročno domačo instalacijo, kjer je mogoče pripomočke in naprave samodejno upravljati od koder koli. Naprave v pametnem domu so lahko med seboj povezane prek interneta, kar uporabniku omogoča, da na daljavo nadzoruje funkcije, kot so varnostni dostop do doma, temperaturo, osvetlitev ali domači kino (Hayes, Stapleton & Kvilhaug, 2022).

Tehnično gledano sta bili prvi napravi začetka pametnega doma prenosni sesalnik, proizveden leta 1905 in električni pralni stroj proizveden leta 1907. Ti napravi še nista nudili prave funkcionalnosti pametnega doma. Prvi računalniško usmerjen protokol za pametno domače omrežje protokol X10 definiran leta 1975 je omogočil razvoj naprav, ki so omogočale tudi upravljanje na daljavo in s tem omogočil razvoj novih naprav. Leta 2001 je bil proizveden prvi avtonomni sesalnik na svetu (Electrolux Trilobite ZA1), medtem ko je bila leta 2011 izdelana ena prvih internetnih naprav za pametni dom (termostat Nest) (Perry, 2021). Napravi sta prikazani na sliki 8.

Slika 8: Električni sesalnik Electrolux in pametni termostat Nest



Vir: Electrolux Group (2022); Nest (2021)

Nekateri imajo za začetek pametnega doma izum Nikole Tesle, in sicer maketo čolna, katerega je krmilil z radijskim oddajnikom, in to že leta 1898, računalniško krmiljenega pametnega doma pa izum računalnika daljnega leta 1940 s katerim je leta 1966 Jim Sutherland ustvaril električni računski hišni operater (angl. Electronic Computing Home Operator - ECHO IV), ki je upravljal temperaturo in domače naprave, ter shranjeval recepte in ostale opomnike. Večina pa se strinja, da je razvoj protokola X10 omogočila razvoj detektorjev gibanja, samodejnega odpiranja garaž, programabilnih termostatov in varnostnih sistemov. Posledično je bil leta 1984 naziv pametni dom definiran s strani organizacije American Association of Home Builders, danes imenovane National Association of Home Builders, ki je eno največjih trgovskih združenj v Združenih državah in zastopa interese domačih graditeljev, razvijalcev, izvajalcev in povezanih podjetij (Zeus Integrated Systems, 2019).

Pametni domovi so veja vseprisotnega računalništva, ki vnaša pametnost v stanovanja za udobje, zdravstveno varstvo, varnost, zaščito in varčevanje z energijo. Sistemi za spremljanje na daljavo so običajni sestavni deli pametnih domov, ki uporabljajo telekomunikacijske in spletne tehnologije za zagotavljanje daljinskega nadzora doma in podporo bolnikom na daljavo iz specializiranih asistenčnih središč. Pametni domovi ponujajo boljšo kakovost življenja z uvedbo avtomatiziranega nadzora naprav in podpornih storitev. Optimizirajo udobje uporabnika z uporabo zavedanja konteksta in vnaprej določenih omejitev glede na pogoje domačega okolja (Gul, Jamaludin, Zeeshan & Ahmad, 2014).

Ponudniki energije vidijo priložnosti za pametne energetske programe, ki jih omogoča informacijska in komunikacijska tehnologija. Kljub ogromnemu tehnološkemu napredku v zadnjih letih pa vizija, ki jo je Mark Weiser predstavil pred dvema desetletjema o svetu, kjer na tone medsebojno povezanih inteligentnih naprav in omrežij služi človeku na nevsiljiv način, še ni postala resničnost. Precej jasno je, da antropomorfna interakcija človek-stroj, kjer so računalniki podaljšek človeških bitij, ostaja trdno v prihodnosti in se še ni uresničila (Solaimani, Keijzer-Broers & Bouwman, 2015).

2.2 Komponente pametnega doma

Univerzalni izvedbeni model pametnega doma sestavljajo štiri moduli (Bregman, 2010):

- centralna enota za upravljanje, ki jo sestavljajo:
 - operacijski sistem za pametni dom,
 - podatkovna baza za pametni dom,
 - umetna inteligenca,
 - storitveni namenski programi.
- uporabniški vmesnik,
- vmesnik za domačo opremo in naprave,
- zunanji komunikacijski vmesnik.

Izvedba interneta stvari vključuje štiri glavne gradnike, ki vključujejo stvari, prehode, omrežno infrastrukturo in infrastrukturo v oblaku. Stvari so koncentrirana področja, kjer se informacije zaznavajo s senzorskimi elementi ali aktuatorji. Prehod se uporablja kot element povezovanja in je vmesni blok med stvarmi in omrežno ali oblačno infrastrukturo. Omrežna infrastruktura, ki jo tvorijo usmerjevalniki, agregatorji, prehodi in repetitorji, omogoča nadzor nad posredovanimi informacijami in omogoča varen in nemoten pretok podatkov. Oblačna infrastruktura je namenjena shranjevanju informacij in omogoča analitično, logično in napredno računalništvo (Pradeep & Nallapaneni, 2018).

Komponente fizičnega zaznavanja in njihova umestitev so ključnega pomena v okolju pametnega doma. Ti senzorji merijo informacije o okolju doma in komunicirajo z osrednjim krmilnikom, da zbirajo in sklepajo ustrezne informacije o okolju. Običajno so senzorski mikrokrmilniki in aktuatorji povezani z inteligentnimi programi za zbiranje vitalnih podatkov in se štejejo za fizične komponente sistemov pametnega doma. Glede na tipe zaznavanja ločimo naslednja področja uporabe (Suryadevara & Chandra, 2015):

- v prostoru merimo tlak, temperaturo, vlago in svetlobo za podatke, ki jih uporabimo pri varovanju zdravja,
- pri gibanju in prisotnosti merimo lokacijo, hitrost, pospešek, smer za določitev varnosti in sledenje lokacije,
- biokemična sredstva nam posredujejo podatke o plinih, tekočinah in trdninah, ki jih uporabimo pri varnosti in nadzoru zdravja,
- pri multimediji uporabimo tipke, slike in zvok za identifikacijo objektov, nadzor in kontrolo ter prepoznavanja govora.

2.3 Koristi pametnega doma za uporabnike

Pametni dom prinaša uporabnikom veliko koristi, saj pomaga gospodinjstvom pri upravljanju njihove porabe energije in poenostavlja upravljanje. Pametni dom običajno zagotavlja tudi izboljšanje varnosti gospodinjstev (npr. opozorila o odprtih vratih ali oknih, simulacija zasedenosti, opozorila za nevarnost pred nevarnimi plini) ali izboljšanje prostočasnih dejavnosti (npr. razporejanje zabavnih in medijskih storitev). To uporabnikom zagotavlja prednosti zaradi prihranka časa, udobja, učinkovitosti in zabave. (Wilson, Hargreaves & Hauxwell, 2017). Ugotovljene prednosti uporabe pametnega doma za uporabnike so prikazane na sliki 9.

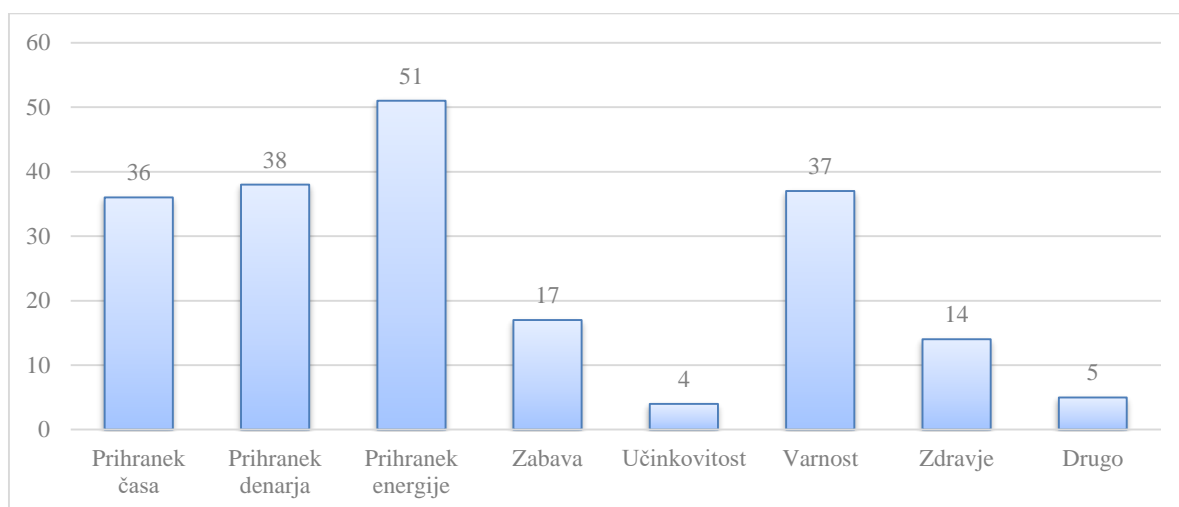
2.4 Povezljivost naprav

Na vrhu seznama najbolj zaželenih pametnih pripomočkov za pametni dom so tisti za domače razvedrilo, in sicer glede na raziskavo Coldwell Banker (Dondero, 2017):

- 44 % ljudi doma že uporablja pametne naprave za razvedrilo, kot sta televizija in zvočniki,

- 71 % uporablja naprave za varnost doma, kot so video nadzor doma, ali uporabo ključavnic, ki se nadzirajo daljinsko,
- 72 % potrošnikov zanimajo pametni termostati za nadzor ogrevanja ali hlajenja doma, 30 % pa take naprave že ima,
- Glavni daljinski upravljalnik za vse domače naprave zanima 68 % potrošnikov,
- 70 % potrošnikov zanima prihranek pri upravljanju in nadzoru z energijo,
- 23 % si želi večjo produktivnost in izboljšano življenjsko ravnotežje,
- 18 % si želi predvideti potrebe v stanovanju,
- 13 % pa zanimajo interaktivne povezane funkcije.

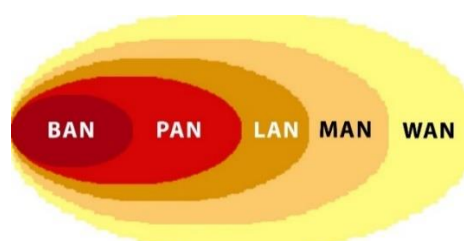
Slika 9: Prednosti uporabe pametnega doma za uporabnike



Prirejeno po Wilson, Hargreaves in Hauxwell (2017).

V komunikacijski domeni za pametni dom najdemo predvsem dva elementa. Prvi je, kako omogočiti komunikacijo opreme znotraj hiše, drugi pa je povezovanje pametne hiše z zunanjim internetnim svetom (Ricquebourg, Durand, Menga & Marhic, 2007). Komunikacija temelji na različnih tipih omrežij, ki so prikazani na sliki 10 in razloženi v nadaljevanju.

Slika 10: Različni tipi omrežij



Vir: Vincent Ricquebourg (2007)

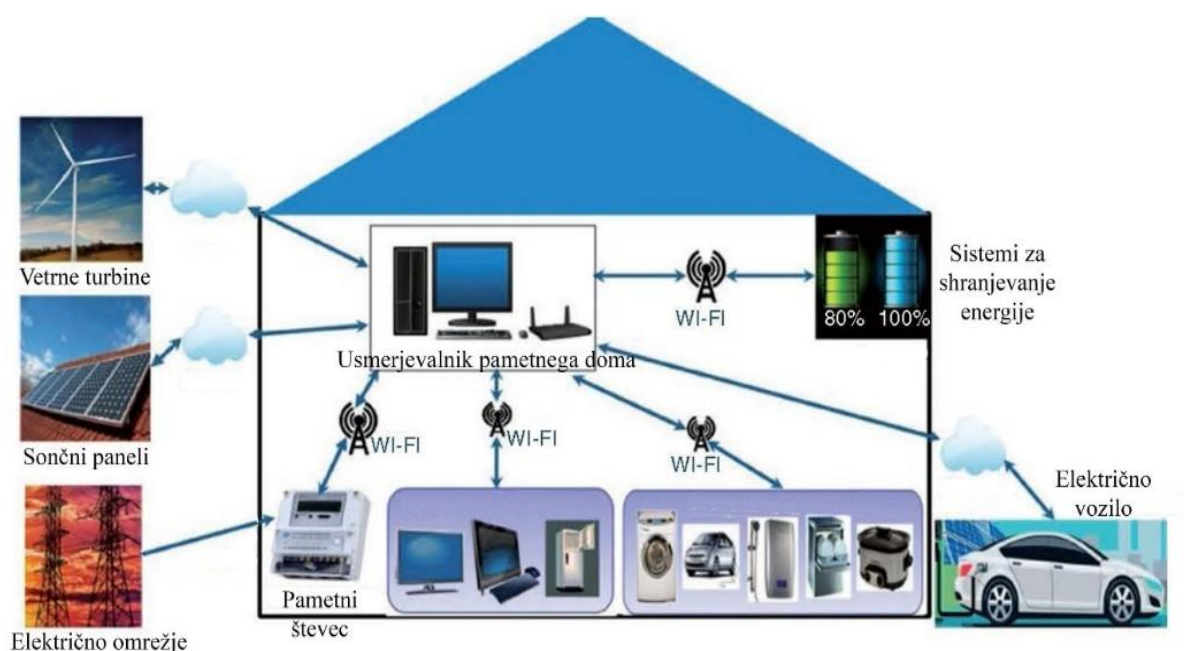
Prostrano omrežje (angl. Wide Area Networks - WAN) je običajno sestavljeno iz anten, nameščenih na stolpih ali na zgradbah. Služijo velikim geografskim območjem (do 30 km). Mestna omrežja (angl. Metropolitan Area Networks - MAN) služijo območju, na primer uporabnikom v okrožju (do 20 km). Lokalna omrežja (angl. Local Area Network - LAN)

služijo osebnim potrebam posameznika ali skupine, ki je odgovoren/na za upravljanje lastnega omrežja. Osebno omrežje (angl. Personal Area Networks - PAN) služi potrebam uporabnika z bližnjimi predmeti, kot je mobilni telefon. Telesno omrežje (angl. Body Area Network - BAN) pa je kontinuiteta osebnega omrežja, vendar v manjšem obsegu. Ta vrsta omrežja temelji predvsem na principu pametnih objektov, lociranih na telesu in celo v telesu uporabnika. Pri LAN omrežju obstajajo žične in brezžične tehnologije, medtem ko v PAN omrežju trenutno največ uporabljamo brezžične Bluetooth, radio frekvenčna identifikacija, zigbee ter žične uPnP, USB in serijske povezave (Riquebourg, Durand, Menga & Marhic, 2007).

2.5 Pomen in možnosti uporabe interneta stvari v pametnih domovih

Zanimanje za tehnologijo pametnega doma se je v zadnjem desetletju hitro povečevalo. Medtem ko je bil v preteklosti razvoj komunikacije med stroji namenjen izključno za industrije z visoko vrednostjo, kot so vojaški ali vesoljski programi, zdaj postajajo globoko vpeti v okolje vsakdanjega življenja. Ta trend je najbolj očiten v mobilni industriji, kjer so zahteve potrošnikov in tehnološke zmogljivosti trg potisnile k uvedbi zelo inovativnih, na videz pametnih funkcionalnosti. V zadnjem času so se ta prizadevanja za nenehne izboljšave postopoma prenesla z mobilnih naprav na gospodinjske aparate, kar je spremenilo naše zahteve do tradicionalnega doma. To pomeni, da so se pričakovanja ljudi glede domačega okolja vse bolj preusmerila od aktivnega pritiskanja gumbov in preklapljanja stikal, na dom, ki ga poganja visoko avtomatizirana in vseprisotna računalniška tehnologija. Naprave ne bi smele več opravljati preprostih, izoliranih nalog, ampak se pojavljajo kot del porazdeljenega tehnološkega sistema (Schlogl & Georgiev, 2018).

Slika 11: Splošna zasnova pametnega doma



Prirejeno po El-Azab (2021).

Splošno zasnovano pametnih domov, ki jo prikazuje slika 11, sestavljajo (El-Azab, 2021):

- nadzorna središča, ki zagotavljajo uporabnikom spremljanje in nadzor gospodinjskih aparatov in zbirajo podatke iz različnih senzorjev ali naprav, nadzirajo in analizirajo porabo, ter koordinirajo različne naprave in vire,
- viri električne energije, ki zagotavljajo delovanje napravam,
- pametni števcji, ki sprejemajo signal odziva na povpraševanje električne energije,
- komunikacijska orodja, ki omogočajo medsebojno komunikacijo.

Ena največjih priložnosti uporabe internetnih stvari je še pred nami v obliki pametnega doma. Pametni domovi običajno prikličejo vizije robotske služkinje ali hladilnikov, ki naročajo npr. mleko, ponujajo pa tudi možnosti za prihranek energije in stroškov, večjo učinkovitost doma z avtomatizacijo in izboljšano varnost doma. Pametni domovi imajo potencial, da zagotovijo rastoča pričakovanja potrošnikov glede udobja, trajnostnega življenja, varnosti in zaščite (Lindsay, Woods & Corman, 2016).

V zadnjih letih se je zasnova interneta stvari razvila in povezala komercialne pripomočke skupaj z medicinskim področjem in olajšal razpon dostopnosti brez primere. Razvoj medicinskih naprav, povezanih z internetom stvari, je bil uporabljen zaradi potenciala lajšanja obremenitve sodobnega zdravstvenega sistema, tako da uporabnikom daje možnost bivanja doma med zdravljenjem ali okrevanjem. Ker internet stvari postaja vse bolj razširjen in na voljo na komercialni ravni, obstaja prostor za integracijo v nastajajoča, inteligentna okolja, kot so pametni domovi. Ko se uporablja v tandemu s konvencionalnim zdravstvenim varstvom, ponuja internet stvari široko paleto možnosti zdravljenja po meri (Linkous, Zohrabi & Abdelwahed, 2019).

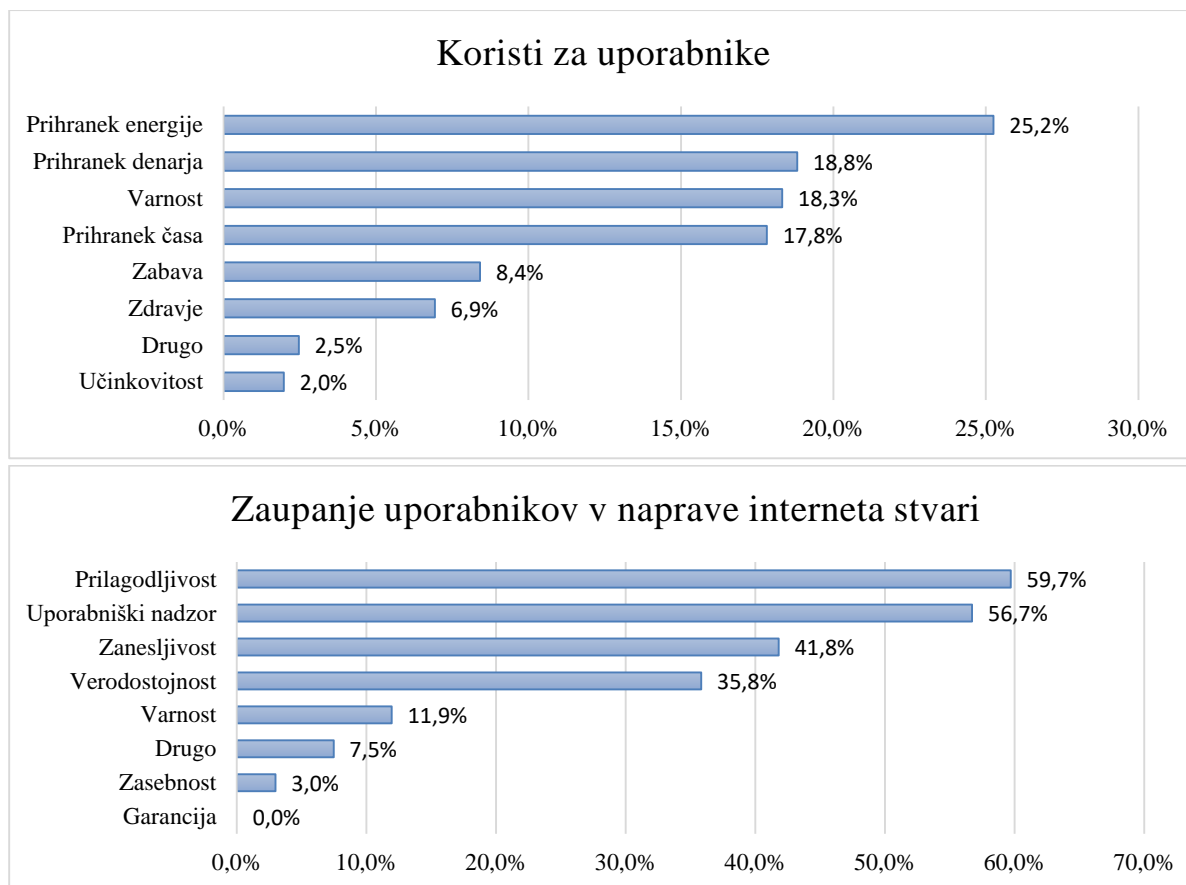
2.6 Prednosti in slabosti uporabe interneta stvari v pametnih domovih

Usklajenost med zaznavanjem prihodnjih uporabnikov in trženjem industrije je pomemben kazalnik skupnih in doslednih pričakovanj za trg tehnologij pametnega doma. Analiza vsebine zagotavlja sistematično sliko o tem, kako industrija predstavlja koristi, delovanje, zasnovo in uporabo za prihodnje uporabnike. Vzorčeno tržno gradivo opisuje glavno korist pametne tehnologije, saj pomaga gospodinjstvom pri upravljanju njihove porabe energije. Pametne tehnologije se običajno tržijo tudi kot sredstvo za izboljšanje varnosti gospodinjstev (npr. opozorila o odprtih vratih ali oknih, simulacija zasedenosti) ali kot sredstvo za izboljšanje prostočasnih dejavnosti (npr. razporejanje zabavnih in medijskih storitev). To uporabnikom zagotavlja prednosti zaradi prihranka časa, udobja, učinkovitosti in zabave. Izboljšanje zdravja (npr. fiziološko spremljanje, komunikacija z izvajalci zdravstvenih storitev) pa se smatra kot tržna niša (Wilson, Hargreaves & Hauxwell, 2017).

Koristi za uporabnike in zaupanje uporabnikov v naprave interneta stvari prikazuje slika 12 iz katerega grafa vidimo, da uporabnik zahteva predvsem prilagodljivost, zanesljivost, uporabniški nadzor in verodostojnost kot prednost pri uporabi namenskih programov za

pametni dom, medtem ko sicer zelo važni področji, in sicer varnosti in zasebnosti uporabniki skoraj zanemarijo.

Slika 12: Uporabnost pametne tehnologije v pametnem domu



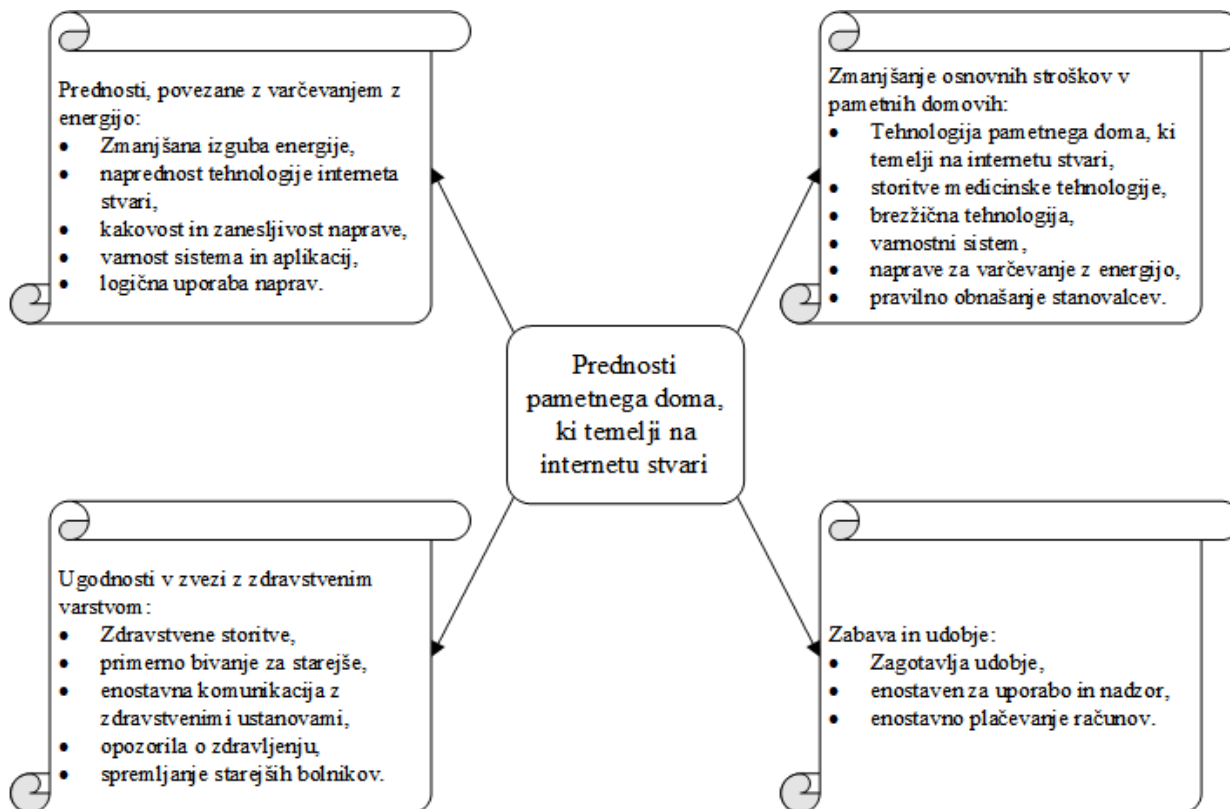
Prirejeno po Wilson, Hargreaves in Hauxwell (2017).

Prednosti uporabe namenskih programov za pametni dom, ki temeljijo na napravah interneta stvari, so očitne in prepričljive. Na sliki 13 je naštetih nekaj najbolj značilnih prednosti, o katerih so poročali v literaturah in so razvrščene v kategorije glede na podobne koristi (Al-Ali, Zualkernan, Rashid, Gupta & Alikarar, 2017).

Slika 14 prikazuje primerjavo podatkov o zaznanih koristih, funkcijah nadzora in zaupanju potrošnikov v tehnologijo pametnih domov iz različnih uporabniških raziskav ter industrijskega trženjskega gradiva. Iz primerjav je razvidno, da potencialni zgodnji uporabniki vidijo večje prednosti v tehnologiji pametnih domov, sicer pa imajo podobno mnenje glede funkcionalnosti nadzora in zaupanja potrošnikov s celotnim trgom prihodnjih uporabnikov. Dejanski zgodnji uporabniki so povsod bolj previdni v zvezi s koristmi in nadzornimi funkcionalnostmi, pa tudi v zvezi s tveganji. Industrijsko trženjsko gradivo potrjuje prednosti varčevanja z energijo. To je skladno z dojetjem uporabnikov. Panožni trženjski material poudarja tudi druge vrste prednosti in funkcionalnosti krmiljenja naprav v podobnem vrstnem redu kot uporabniki. Marketing v industriji se očitno razlikuje od zaznav uporabnikov v zvezi z zaupanjem potrošnikov. Potencialni uporabniki, vključno z zgodnjimi

uporabniki, imajo veliko povpraševanje po ukrepih za zmanjšanje tveganja, vendar so ti v trženjskem gradivu le malo obravnavani (Wilson, Hargreaves & Hauxwell, 2017).

Slika 13: Kategorije prednosti uporabe pametnega doma



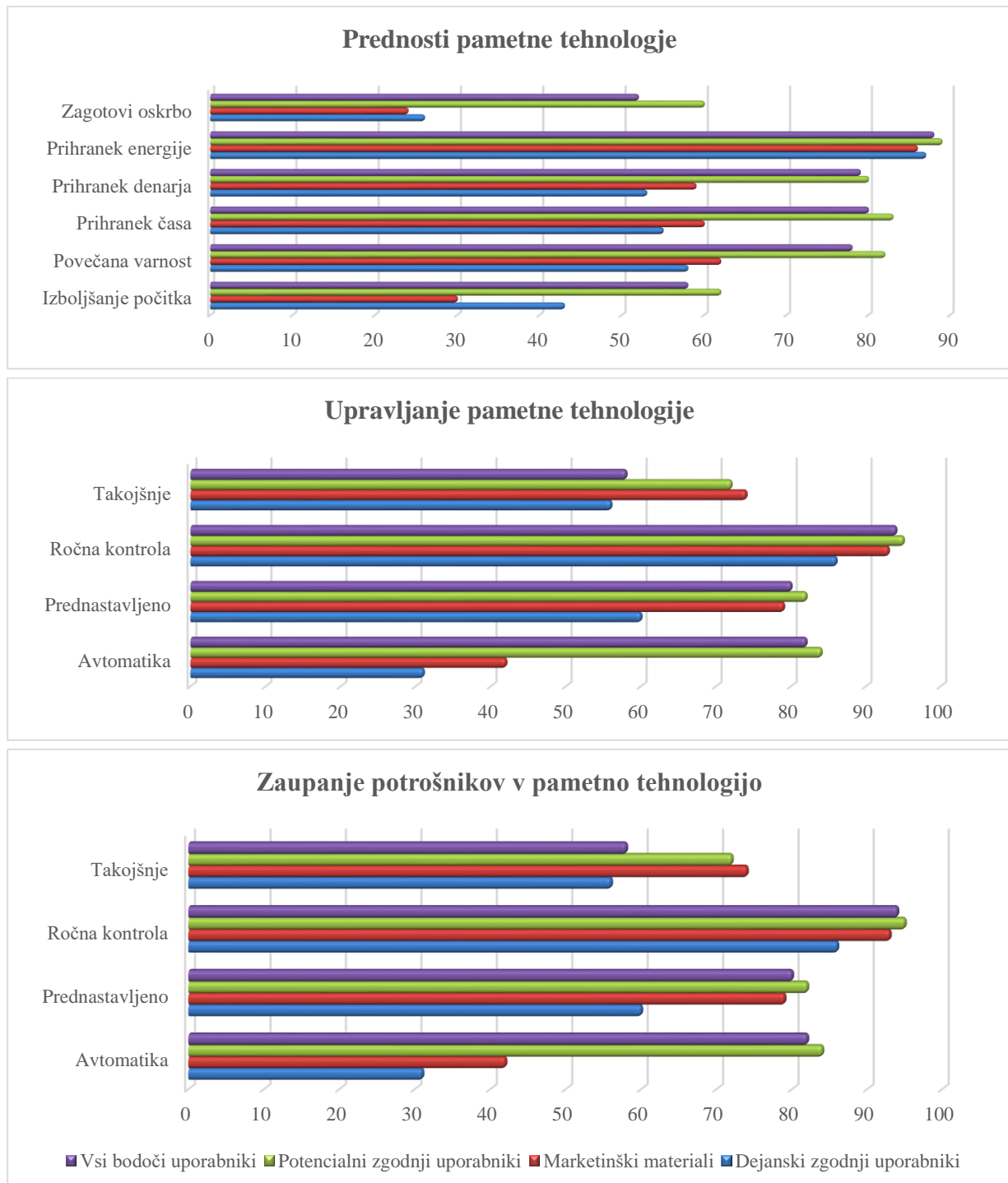
Prيرهjeno po Al-Ali, Zualkernan, Rashid, Gupta in Alikarar (2017).

Številni raziskovalci so poskušali pojasniti razloge za počasno uvajanje tehnologije pametnega doma in prišli do naslednjih ugotovitev (Schlogl & Georgiev, 2018):

- eden od izzivov je bil v dejstvu, da se morajo storitve pametnega doma ujemati z zasnovo in tehnološko arhitekturo obstoječega doma in se nenehno razvijati v skladu z uporabo,
- naslednji znan izziv se nanaša na zanesljivost izdelkov. Tu so glavne težave v natančni interpretaciji zbranih podatkov in posledično napovedovanju človekovega vedenja. To še posebej velja za storitve, povezane z varnostjo doma, kjer senzorji morda ne bodo vedno mogli prepoznati pravih dejavnosti,
- nadaljnji izziv, povezan s potrebnim zbiranjem in analizo podatkov, se kaže v vse večji zaskrbljenosti uporabnikov glede ohranjanja in varnega hranjenja zaupnih informacij. V ta namen veljajo za posebno pomembne varnostne ukrepe, ki zmanjšujejo ranljivost sistema pred zlonamernimi uporabniki,
- povezana z varnostjo je tudi stopnja zaupanja, ki jo je uporabnik pripravljen vložiti v sistem. Cilj tehnologije pametnega doma je predvideti in se odzvati na individualne preference uporabnikov, ne da bi zahteval njihovo interakcijo. To pa je mogoče doseči le, če je raven zaupanja dosegla točko, ko se uporabnik udobno zanaša na dejanja sistema pametnega doma,

- naslednja ovira se nanaša na stroške implementacije pametnega sistema. Tukaj je pogosto oglaševano povečanje energetske učinkovitosti s strani proizvajalcev veljavno le, če odtehta stroške namestitve pametnega doma,
- ne nazadnje uvedba pametnega doma lahko predstavlja velik izziv. Medtem ko od uporabnikov pametnih domov ne bi smeli pričakovati, da bodo imeli strokovno znanje in izkušnje, da bi sami postavili sistem, tudi konfiguracije ni mogoče v celoti prenesti na ponudnike storitev.

Slika 14: Uporaba pametne tehnologije



Prirejeno po Wilson, Hargreaves in Hauxwell (2017).

Tabela 2: Težave in potrebe različnih skupin uporabnikov pametnega doma

Vrsta	Starejši	V srednjih letih	Samski v 30-ih letih
Težave	<p>Zdravstvene težave.</p> <p>Nevšečnosti zaradi redne zdravstvene oskrbe v bolnišnici.</p> <p>Težave pri gospodinjstkih opravilih.</p> <p>Težave pri nakupih.</p> <p>Manjša fizična dejavnost.</p> <p>Socialna izolacija.</p> <p>Težave z otroki.</p> <p>Strah pred novo tehnologijo in prilagajanja na naprave.</p>	<p>Vzdržljivost se z začetkom staranja zmanjšuje.</p> <p>Brez moči in se zlahka utruji.</p> <p>Težko skrbeti za zdravje v svojem aktivnem življenju.</p> <p>Pomanjkanje redne aktivnosti.</p> <p>Si ne more privoščiti osebnega časa, konjičkov ali dejavnosti v skupnosti.</p> <p>Pomanjkanje pogovora z otroki.</p>	<p>Slabo duševno zdravje, kot sta občutek osamljenosti in stres.</p> <p>Neredno spanje in prehrana.</p> <p>Zanemarjanje domače nege, kot je pomanjkanje čiščenja in čistoče.</p> <p>Brez povezanosti s sosedi.</p> <p>Pomanjkanje vadbe in konjičkov uporablja dom kot spalni prostor.</p>
Potrebe	<p>Terapija in tele medicina.</p> <p>Avtomatizacija dnevnih opravil.</p> <p>Pomoč pri opravilih.</p> <p>Družinska interakcija.</p> <p>Družbene posledice.</p> <p>Ponovno učenje nove tehnologije.</p>	<p>Zdravstveno varstvo in svetovanje.</p> <p>Delo na daljavo.</p> <p>Počitek.</p> <p>Prosti čas in telovadba.</p> <p>Povezanost z družino.</p>	<p>Premagati občutek osamljenosti.</p> <p>Redni obroki in spanje.</p> <p>Čiščenje in upravljanje doma.</p> <p>Socialna povezanost.</p> <p>Skupna vadba in konjiček.</p>

Prilagojeno po Kim, Cho in Jun (2020).

Prilagojene storitve pametnega doma razdelimo v pet skupin (Kim, Cho & Jun, 2020):

- osnovna podpora za vsakodnevno življenje je storitev, ki stanovalcem pomaga pri osnovnih dnevnih dejavnostih, kot so gospodinjstka opravila, nakupovanje in priprava obrokov,
- storitve zdravstvenega varstva in upravljanja vključujejo obvladovanje bolezni v bolnišnici, fiziološko merjenje, zdravstveno svetovanje in storitve usmerjanja pri vadbi. Različni senzorji ali naprave v hiši preverjajo in upravljajo zdravstveno stanje stanovalcev glede krvnega tlaka in sladkorne bolezni. Biomedicinske informacije, zbrane skupaj z zdravstvenimi meritvami s senzorji ali merilnimi instrumenti, se zagotavljajo v povezavi s skupnostnimi bolnišnicami, zagotavljajo pa se tudi zdravniška posvetovanja na podlagi videa in predpisovanje zdravil,
- okoljske storitve vključujejo varovanje in varnost, upravljanje z energijo in storitve čiščenja. Namenjene so za preprečevanje ali obvladovanje varnostnih nesreč, kot so kraje in požari v hiši, ali za zmanjšanje porabe energije, na primer za razsvetljava in ogrevanje.

Storitve čiščenja, kot so pomivanje posode, urejanje perila in čiščenje hiše, bi bile še posebej koristne za starejše in samske,

- psihološke storitve dobrega počutja so pomembne za samozavest, razvoj in srečo stanovalcev. Vključene so pametne naprave in internetno izobraževanje, namestitve in upravljanje tehnologije ter storitve pametne zabave. Storitve namestitve in upravljanja tehnologije je namenjena premagovanju frustracij zaradi nezmožnosti uporabe tehnologije in izboljšanju uporabnosti skupaj s tehničnim izobraževanjem,
- storitve za izboljšanje družbenih odnosov vključujejo storitve za komunikacijo, socialno povezanost, vadbo in konjičke v skupnosti. Komunikacijske storitve niso na voljo samo v pametnih telefonih, temveč tudi v inteligentnih predmetih, napravah in stenah z nameščenimi omrežji in platformami. Cilj skupnostnega programa je odpraviti negativne občutke osamljenosti in spodbuditi stanovalce, da izkusijo srečo, da so skupaj, tako da jim omogočijo sodelovanje in aktivno komunikacijo na različnih področjih, kot so gledanje filmov, branje, hoja in kolesarjenje.

Tabela 3: Prilagojene storitve pametnega doma

	Starejši	V srednjih letih	Samski v 30-ih letih
Osnovna podpora za vsakodnevno življenje			
Pomoč pri gospodinjstvu			
Storitve nakupa in dostave			
Obroki in priloge po volji stanovalcev			
Zdravje in upravljanje zdravja			
Zdravljenje bolezni v bolnišnici			
Psihološko merjenje			
Zdravstveno svetovanje in vodena vadba			
Okolje			
Varnost			
Upravljanje z energijo			
Čistilni servisi			
Psihično dobro počutje			
Izobraževanje o pametnih napravah in internetu			
Tehnična namestitve in upravljanje			
Pametno razvedrilo			
Izboljšanje družbenih odnosov			
Komunikacija			
Socialna povezanost			
Vadba in hobi v skupnosti			

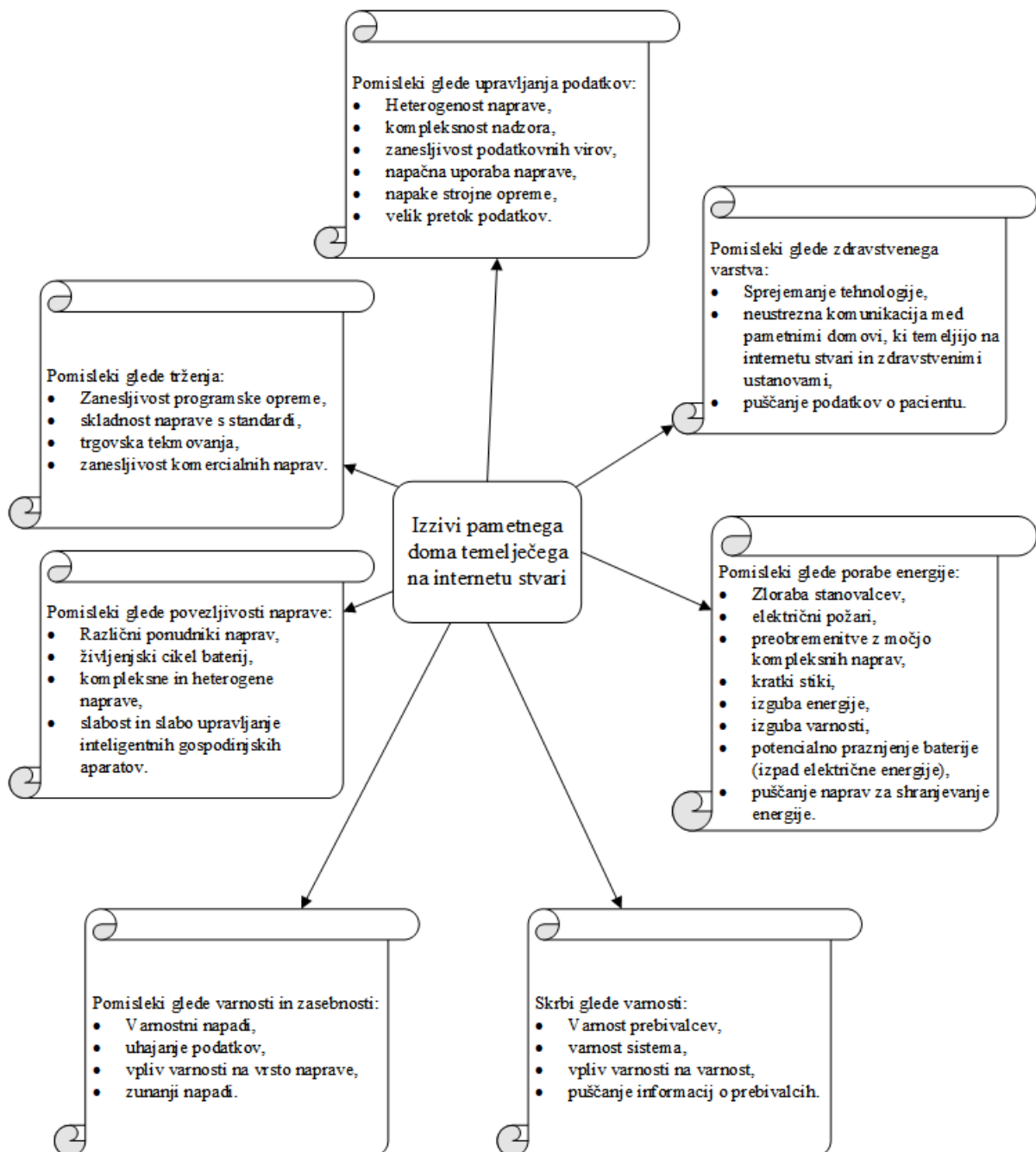
Prirjeno po Kim, Cho & Jun (2020).

Na podlagi ugotovitev raziskave in sprejetih scenarijih se lahko prilagodi storitve v določenem pametnem domu glede na vrsto uporabnikov, kar prikazuje tabela 3.

2.7 Razvoj programske opreme za pametni dom

Čeprav namenski programi za pametni dom, ki temeljijo na internetu stvari, ponujajo številne prednosti, se ne ponujajo kot popolna rešitev. Znanstvena dela kažejo, da so raziskovalci zaskrbljeni zaradi izzivov, povezanih z namenskimi programi za pametni dom in njihovo uporabo na podlagi interneta stvari. Glavni izzivi pri sprejemanju namenskih programov za pametni dom so po navedbah Al-Ali, Zualkernan, Rashid, Gupta in Alikarar (2017) navedeni na sliki 15 in so razvrščeni glede na njihovo naravo.

Slika 15: Kategorije izzivov za namenske programe pametnega doma, ki temeljijo na internetu stvari



Prirejeno po Al-Ali, Zualkernan, Rashid, Gupta in Alikarar (2017).

Tako Al-Ali, Zualkernan, Rashid, Gupta in Alikarar (2017) ugotavljajo, da se pojavljajo najmanj pomisleki glede povezljivosti naprav zaradi različnih ponudnikov in življenjskega cikla baterij, glede varnosti pa varnostnih napadov in uhajanja podatkov. Pojavljajo se tudi pomisleki glede porabe energije zaradi dodatnih električnih naprav, ki ne nudijo zadosti varnosti in posledično omogočajo tudi izgubljanje energije, možnosti s preobremenitvami ali sprožanje požarov. S področja zdravstvenega varstva se porajajo dvomi o sprejemanju tehnologije in možnosti neustrezne komunikacije med pametnimi domovi, ki temeljijo na internetnih stvareh in zdravstvenimi ustanovami. Pojavi se tudi možnost uhajanja podatkov o pacientu na strani pametnih domov zaradi neustrezno izvedenih varnostnih ukrepov. Veliko pomislekov je tudi s področja upravljanja podatkov in naprav zaradi kompleksnosti nadzora naprav, zanesljivosti podatkovnih virov, napačne uporabe naprave ali napake na strojni opremi. Pri trženju opreme za pametni dom se pojavljajo pomisleki v zvezi z zanesljivostjo programske opreme in skladnosti naprav s standardi, trgovskega tekmovanja različnih ponudnikov in zanesljivosti.

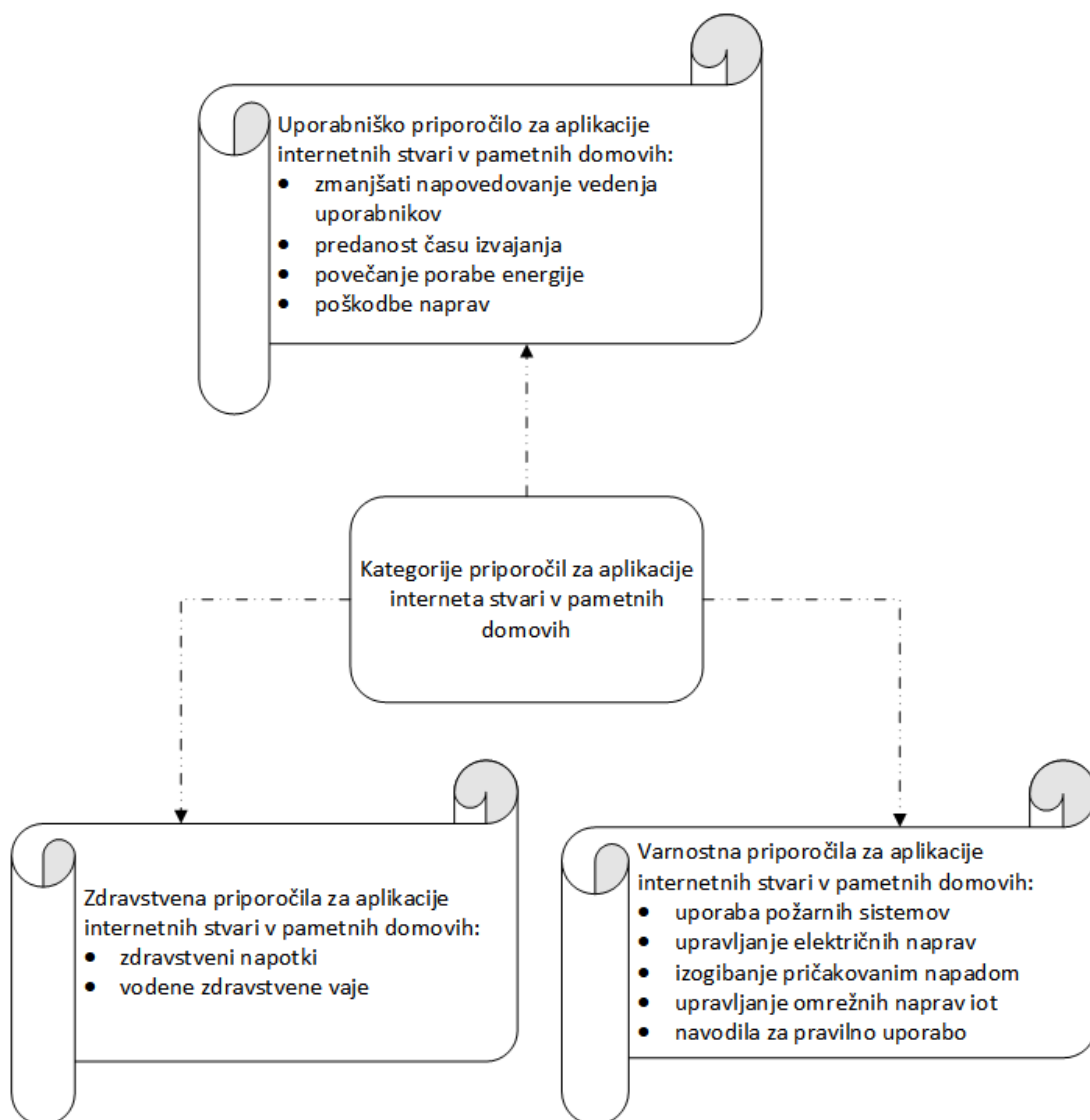
Poglobljena analiza člankov o namenskih programih za pametni dom pomaga prepoznati in opisati izzive, prednosti in priporočila, pomembna za internet stvari in aplikacije v pametnih domovih. Rezultati kažejo na vrste razpoložljivih namenskih programov na trgu in obstoječe vrzeli pri uporabi tovrstnih namenskih programov v pametnih domovih interneta stvari. Številni raziskovalci so odkrili težave in podali priporočila, vključno s pravilno uporabo naprav. Številni namenski programi sistemov pametnega doma zagotavljajo priporočila za uporabnike, vključno z zmanjševanjem njihove porabe energije, opozorila o okvarjenih napravah, izbiro zanesljivih naprav in programske opreme, diagnozami, zagotavljanjem pravilnih navodil, kot so ustrezne vaje za starejše s pomočjo TV vadnic, medicinskih smernic, diagnoz bolnikov in pomoč, navodila za uporabo in upravljanje požarnih sistemov in električnih naprav ter zagotavljanje varnostnih sistemov in povezljivosti naprav. Ta priporočila lahko rešijo izzive, s katerimi se soočajo namenski programi interneta stvari v pametnih domovih, in odprejo priložnosti za raziskave na tem področju. Te težave so povezane s porabo energije, varnostjo, povezljivostjo naprav, trženjem in varnostnimi sistemi. Naslednja funkcija v pametnih domovih so lahko nosljivi pripomočki, povezani z internetom stvari. Te pripomočke upravljajo namenski programi in jih poganjajo vgrajeni senzorji nove generacije (Alaa, Zaidan, Zaidan, Talal & Kiah, 2017). Slika 16 prikazuje Kategorije priporočil za namenske programe interneta stvari v pametnih domovih.

Glede na tip namenskih programov za pametni dom ločimo namenske programe, ki omogočajo povezovanje le z eno tehnologijo internetnih stvari in take, ki omogočajo povezovanje več različnih tehnologij in proizvajalcev internetnih stvari. Vsi namenski programi lahko ponujajo daljinsko upravljanje in avtomatizacijo, potisno tehnologijo, uporabniška pravila, različne scenarije in osebno analitiko. Posebna skrb pri razvoju namenskih programov za pametni dom mora biti posvečena varnosti, lahko pa izbiramo med lastnim razvojem, uporabo obstoječih SDK-jev in API-jev ali pa uporabimo obstoječe

platforme za pametni dom. Faze razvoja namenskega programa za pametni dom pa so naslednje (Kapachovets, 2021):

- faza raziskovanja,
- odločitev na lastnostih,
- odločitev glede načina povezovanja,
- odločitev glede izbire shrambe,
- oblikovanje,
- razvoj varnostne strategije,
- izbira senzorjev, ki jih bo namenski program podpiral,
- pametna izbira svojih sposobnosti.

Slika 16: Kategorije priporočil za namenske programe interneta stvari v pametnih domovih



Prirejeno po Alaa, Zaidan, Zaidan, Talal in Kiah (2017).

Natančnejši opis faz razvoja programske opreme za pametni dom bom opisal v nadaljevanju v poglavju 3.9 »Faze razvoja modula za poslovno inteligenco«.

2.8 Zagotavljanje varnosti uporabe naprav in podatkov v pametnih domovih

Ena izmed najbolj navdihujočih namenskih programov so namenski programi pametnih domov, katerih cilj je podpirati sodobne človeške življenjske potrebe. Med glavnimi skrbmi in izzivi raziskovalcev pri razvoju takih namenskih programov je tudi varnost pametnih domov. Vgradnja varnosti v namenske programe, ki temeljijo na internetu stvari, je bila prepoznana kot priložnost za uresničitev vizije pametnih in energetsko učinkovitih domov in zgradb (Khan, Khan, Alomari & Nazir, 2021).

Raziskava, katero je opravil Bugeja (2021) je privedla do treh glavnih ugotovitev. Prvič, večina anketiranih komercialnih naprav zbira primerke občutljivih in osebnih podatkov, vendar je nagnjena h kritičnim ranljivostim. Drugič, primanjkuje znanstvenih modelov, ki zajemajo kompleksnost in heterogenost uvedb pametnih domov v resničnem svetu, zlasti tistih, ki so namenjeni analizi tveganja zasebnosti. Ne nazadnje kljub vse več predpisom in pozornosti do zasebnosti in varnosti, primanjkuje proaktivnih in integrativnih pristopov, namenjenih varovanju zasebnosti in varnosti uporabnikov. Varnost je kritična zahteva v pametnem domu. Potrebna je za preprečevanje nepooblaščenega dostopa do domov ljudi in posledično dostopa do njihovih osebnih in občutljivih podatkov. Mehanizmi za izboljšanje varnosti so:

- šifriranje, to je mehanizem, ki kodira informacije, da skrije pomen ali namen komunikacije pred nenamernimi prejemniki. Ima lahko veliko oblik in se uporablja za različne vrste elektronske komunikacije, vključno z besedilnimi, zvočnimi, video datotekami in še več. Šifriranje se pogosto obravnava kot osnovna zahteva za zaupnost,
- avtorizacija je postopek odločanja, ali je določeni entiteti dovoljeno izvajati določeno dejanje v sistemu. Avtorizacija je temeljna zasnova varnosti, saj zagotavlja, da lahko samo zakoniti uporabniki storitve dostopajo do zaščitenih podatkov. Nekateri primeri metod preverjanja pristnosti so gesla in biometrični podatki,
- požarni zid je tehnologija, ki lahko filtrira omrežni promet in morda pomaga pri preprečevanju vstopa zlonamernega prometa iz interneta v zasebno omrežje, kot je pametno povezano domače omrežje. Požarni zidovi običajno filtrirajo promet na podlagi določenega niza pravil, imenovanih tudi filtri ali sezname za nadzor dostopa,
- sistem za odkrivanje vdorov je tehnologija, ki lahko spremlja in analizira omrežno in gostiteljsko dejavnost ter morda zazna, kdaj je napad vstopil v sistem. Alternativa sistemu za odkrivanje vdorov je sistem za preprečevanje vdorov. Sistem za preprečevanje vdorov dopolnjuje sistem za odkrivanje vdorov z možnostjo samodejnega blokiranja zaznanih napadov.

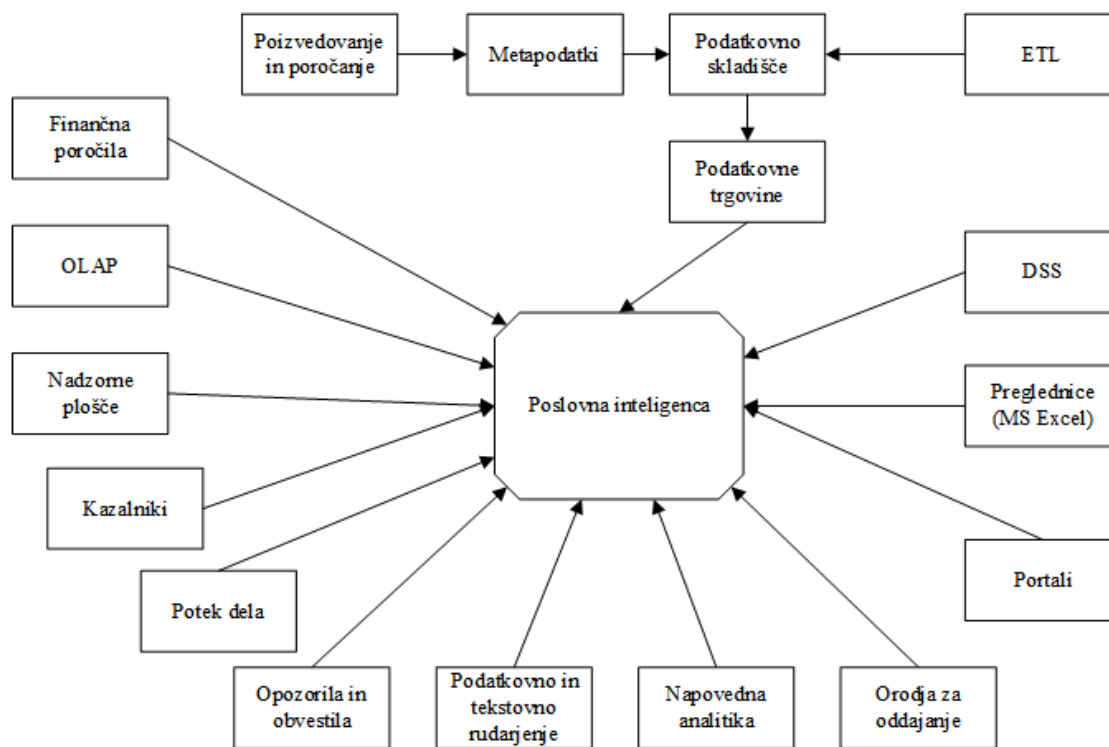
3 POSLOVNA INTELIGENCA

3.1 Opredelitev in zgodovina razvoja poslovne inteligence

Izraz poslovna inteligenca prvič omeni Richard Miller Devens v njegovi knjigi *Cyclopædia of Commercial and Business Anecdotes*, ki je bila objavljena leta 1865 (Devens, 1865). Izraz

poslovna inteligenca je uporabil, da bi opisal, kako je sir Henry Furnese, uspešen bankir, pridobil informacije z aktivnim zbiranjem podatkov in analiziranjem le teh za ukrepanje pred svojo konkurenco. To je poudarilo dejstvo, da je za razvoj poslovne strategije bolj zanesljivo uporabiti podatke in empirične dokaze, kot pa nagon. Idejo so še okrepili drugi, ki so v informacijah videli vrednost. Leta 1958 je IBM-ov raziskovalec Hans Peter Luhn objavil zgodovinski članek z naslovom A Business Intelligence System (Luhn, 1958). Njegovo delo ima še danes izjemen pomen, saj je napovedal več trendov poslovne inteligence, kot je sposobnost informacijskih sistemov, da se učijo in predvidevajo na podlagi interesov uporabnikov. Danes temu pravimo strojno učenje. Luhn je splošno priznan kot oče poslovne inteligence. V 90. letih prejšnjega stoletja je na trg vstopilo več konkurentov in posledično je tehnologijo začelo uporabljati več IT strokovnjakov. To obdobje imenujemo obdobje Poslovne inteligence 1.0 (angl. Business Intelligence 1.0) (Limp, 2021).

Slika 17: Evolucija poslovne inteligence



Prerejeno po Sharda, Delen in Turban (2015).

Poslovna inteligenca je krovni izraz, ki združuje arhitekture, orodja, baze podatkov, analitična orodja, namenske programe in metodologije. Je izraz brez vsebine, zato različnim ljudem pomeni različne stvari. Slika 17 prikazuje različna orodja in tehnike, ki so lahko vključeni v poslovno inteligenco in hkrati ponazarja tudi razvoj poslovne inteligence (Sharda, Delen & Turban, 2015).

Sistemi za podporo odločanju (angl. Decision Support Systems - DSS) so bili prvi razviti sistemi za upravljanje baz podatkov. Mnogi zgodovinarji se strinjajo, da se je sodobna različica poslovne inteligence razvila iz baz podatkov DSS. Število prodajalcev poslovne

inteligence se je v osemdesetih letih prejšnjega stoletja povečalo, ko so v poslovanju odkrili vrednost poslovne inteligence (Foote, 2017).

3.2 Glavne komponente poslovne inteligence

Poslovna inteligenca ima štiri glavne komponente (Turban, Sharda, Delen, King & Aronson, 2010):

- podatkovno skladišče z izvornimi podatki (angl. Data Warehouse - DW),
- poslovno analitiko, ki je zbirka orodij za manipulacijo, rudarjenje in analiziranje podatkov v podatkovnem skladišču (angl. OnLine Analytical Processing - OLAP),
- upravljanje poslovnih procesov (angl. Business process management - BPM) za nadzor in analizo učinkovitosti poslovnih procesov,
- uporabniški vmesnik oz. nadzorna plošča (angl. Dashboard).

Podatkovna skladišča

Podatkovna skladišča so orodja, ki dajejo prednost zmožnosti shranjevanja in analize podatkov, kar lahko omogoča sprejemanje pravih poslovnih odločitev. Obstajata dva elementa, ki sestavljata okolje podatkovnega skladišča in to sta predstavitev in uprizoritev. Uprizoritev je sestavljena iz operacij zajema, preoblikovanja in nalaganja podatkov iz različnih virov, (angl. extract, transform, and load - ETL) in ko bodo podatki pripravljene, bodo poslani v predstavitevno območje. Če podatkovno skladišče ni pravilno zgrajeno, naleti na številne različne težave (Singh & Malhotra, 2011).

Podatkovno skladišče in njegove izpeljanke so temelj vsakega srednje velikega do velikega sistema za poslovno inteligenco. Prvotna podatkovna skladišča so vključevala le zgodovinske podatke, ki so bili organizirani in povzeti tako, da lahko končni uporabnik preprosto manipulira s podatki in informacijami. Danes nekatera podatkovna skladišča zajemajo tekoče podatke, ki omogočajo podporo pri odločanju v realnem času (Turban, Sharda, Delen, King & Aronson, 2010).

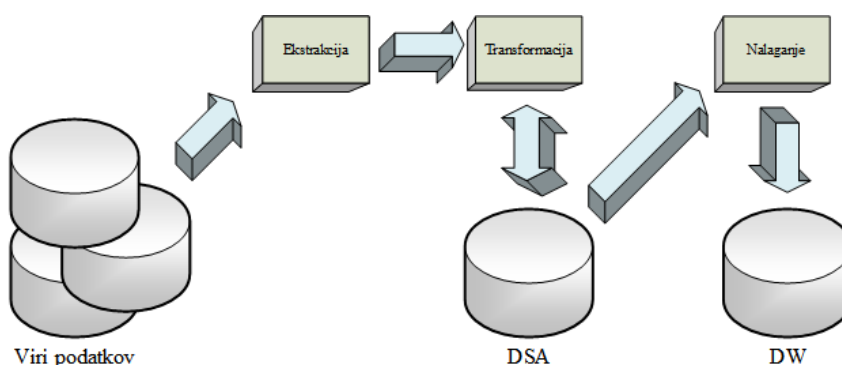
ETL

Preprosta definicija za zajemanje, preoblikovanje in nalaganje podatkov bi lahko bila, da je to nabor procesov za pridobivanje podatkov iz OLTP sistemov v podatkovno skladišče (Yulianto, 2019).

Orodja za ETL so deli programske opreme, ki so odgovorni za ekstrakcijo podatkov iz več virov, njihovo čiščenje, prilagajanje, preoblikovanje, integracijo in nalaganje v podatkovno skladišče. Izgradnja procesa ETL je potencialno ena največjih nalog gradnje skladišča. Je kompleksen, dolgotrajen proces in porabi večino prizadevanj, stroškov in virov pri izvajanju projekta podatkovnega skladišča. Izgradnja podatkovnega skladišča zahteva natančno osredotočanje na razumevanje treh glavnih področij: izvorno območje, ciljno območje in

območje preslikave (El-Sappagh, Hendawi & Bastawissy, 2011). Slika 18 prikazuje postopek pridobivanja podatkov.

Slika 18: Postopek pridobivanja podatkov



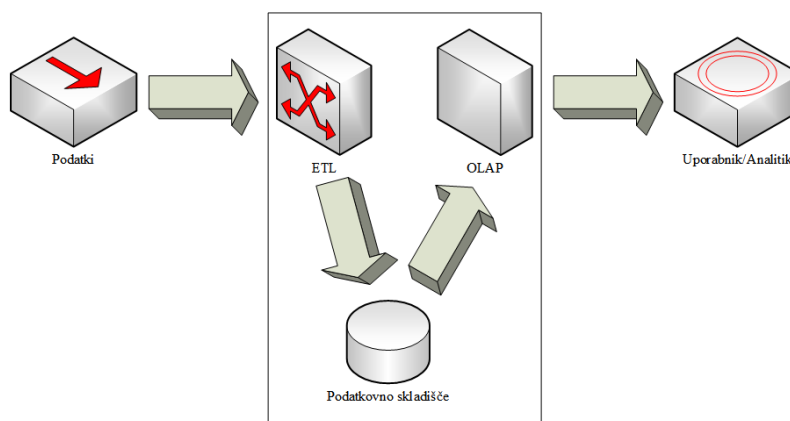
Prerejeno po El-Sappagh, Hendawi in Bastawissy (2011).

Prvi korak pri postopku ETL je zajemanje, kjer pridobimo podatke iz različnih virov podatkov. V drugem koraku, ki se imenuje preoblikovanje, poskrbimo za pravilnost podatkov, zato korak vsebuje čiščenje podatkov, preobrazbo podatkov in združevanje podatkov. Uprizoritveno območje podatkov (angl. data staging area - DSA) je vmesno območje shranjevanja, ki se uporablja za obdelavo podatkov med postopkom ETL. Zadnji korak pri postopku ETL je nalaganje, kjer se izvlečeni in pretvorjeni podatki zapišejo v dimenzijske strukture, do katerih dejansko dostopajo končni uporabniki in aplikacijski sistemi. Korak nalaganja vključuje tako tabele dimenzij nalaganja kot tabele dejstev.

OLAP

Sprotna analitična obdelava predstavlja programsko opremo, ki omogoča podporo odločanju in poročanju na podlagi podatkovnega skladišča (Alkharouf, Jamison & Matthews, 2005). Shematski prikaz interakcije programske opreme OLAP s podatkovnim skladiščem je prikazan na sliki 19.

Slika 19: ETL, podatkovno skladišče in OLAP

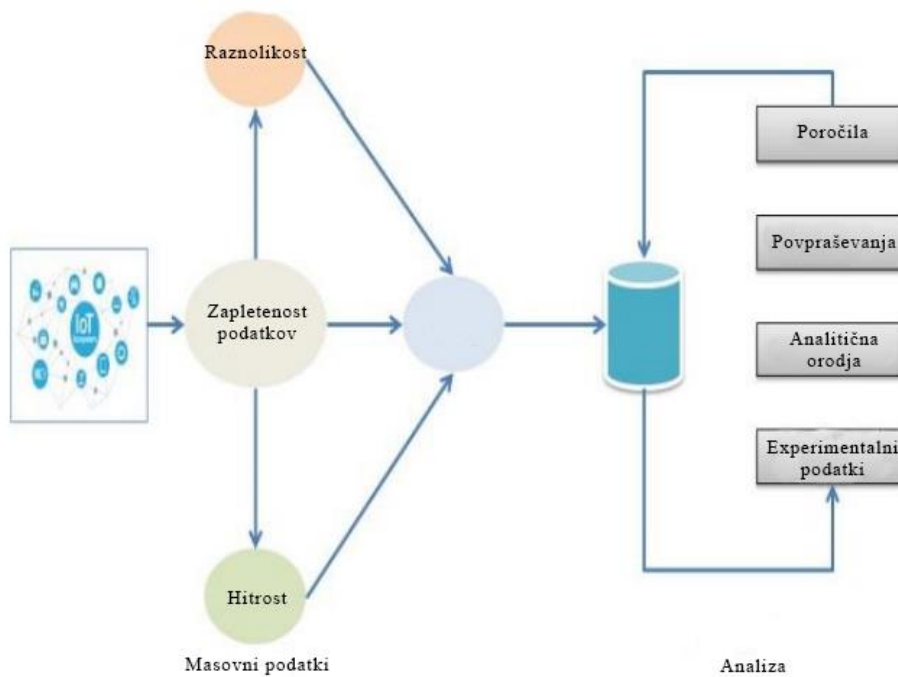


Prerejeno po Alkharouf, Jamison in Matthews (2005).

3.3 Masovni podatki in internet stvari

Internet stvari ustvarja ogromne količine podatkov zaradi velikega števila povezanih naprav, ki jih je treba obdelati in analizirati, da se optimizira delovanje in olajša sprejemanje odločitev, kjer ima ključno vlogo analitika podatkov. Te podatke ustvarja na več področjih: pri spremljanju okolja, upravljanju infrastrukture, v proizvodnji, pri upravljanju z energijo, pri medicinskih in zdravstvenih sistemih, pri avtomatizaciji zgradb in doma, pri transportu in še veliko več. Analiza, optimizacija in vizualizacija tako velike količine podatkov zahteva pametna orodja in tehnologije. Nekateri podatki na primer zahtevajo posebne algoritme za izgradnjo modelov kot klasifikacije, medtem ko drugi zahtevajo združevanje v skupine in odkrivanje anomalij. Orodja in tehnike za vizualizacijo podatkov, ki so na voljo za podatke interneta stvari, so zelo uporabni za boljše razumevanje interneta stvari, njegovega okvira, funkcij in nalog. Še vedno so potrebne raziskave in literatura o orodjih in tehnikah za vizualizacijo podatkov za internet stvari ter izzivih, povezanih z njim (Peddoju & Upadhyay, 2020).

Slika 20: Povezava med masovnimi podatki in internetom stvari



Prerejeno po Allam (2017).

Pametne naprave so bistvene sestavine interneta stvari, ker te naprave proizvajajo veliko količino podatkov, ki jih je treba obdelati in pregledati v realnem času. Tu gre za napovedno modeliranje in modeliranje masovnih podatkov. Poleg tega veliki sistemi za obdelavo podatkov uporabljajo internet stvari, da olajšajo delo, vendar še vedno razkrivajo določene izzive. Masovne podatke je mogoče uporabiti v internetu stvari zahvaljujoč obsežnemu uvajanju senzorjev in internetnih aplikacij. Funkcija masovnih podatkov v internetu stvari postane ključna, saj celoten okvir interneta stvari služi kot vir za ustvarjanje podatkov.

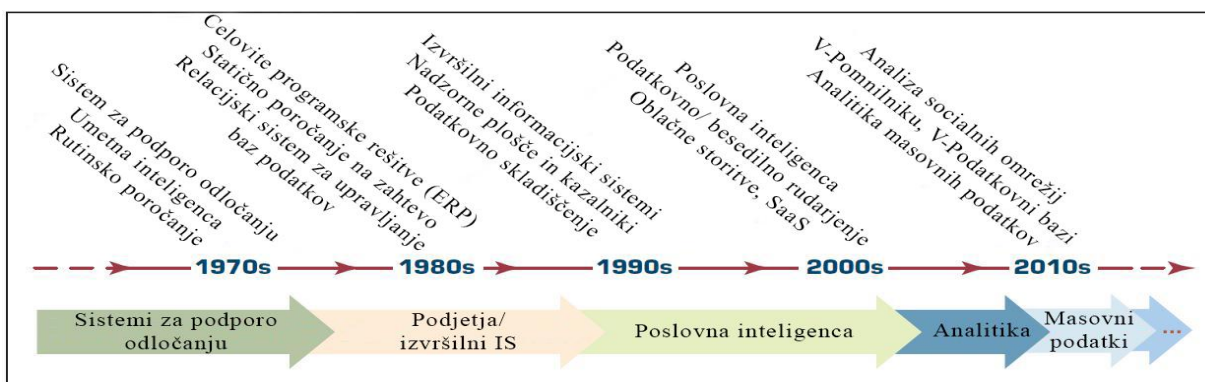
Analitika masovnih podatkov je nastajajoča metoda za ocenjevanje podatkov, ki se prenašajo po omrežju v internet stvari, ki pomaga pri vodenju na poti k izboljšanju odločanja. Proces masovnih podatkov lahko sprejme veliko količino podatkov, ki se obdelujejo v realnem času in vzdržujejo z različnimi računalniškimi strategijami, kot je Microsoft Azure (Allam, 2017). Slika 20 prikazuje povezavo med masovnimi podatki in internetom stvari.

3.4 Poslovna inteligenca in analitike

Razlike oziroma definicije poslovne inteligence in analitike lepo strne Foote (2017) v besedilu »Kratka zgodovina poslovne inteligence«, kjer opiše osnovne izraze:

- izraz poslovna inteligenca predstavlja vrsto tehnologij, ki podpirajo odločevalce v podjetjih,
- analitika predstavlja širok nabor orodij za obdelavo podatkov in deluje kot krovna fraza, ki zajema shranjevanje podatkov, upravljanje informacij, poslovno inteligenco in upravljanje uspešnosti podjetja,
- opisna analitika opisuje ali povzema podatke in je osredotočena predvsem na zgodovinske informacije. Opisujejo preteklost in omogoča razumevanje, kako prejšnja vedenja vplivajo na sedanost. Opisno analitiko je mogoče uporabiti za razlago, kako podjetje deluje in za opis različnih vidikov poslovanja,
- napovedna analitika predvideva prihodnost. Statistične podatke uporabljamo, da zagotovimo koristne vpoglede v prihajajoče spremembe, kot so prepoznavanje prodajnih trendov ali nakupovalnih vzorcev,
- predpisna analitika je razmeroma novo področje in z njo je še vedno malo težko delati. Ta analitika predpiše več različnih možnih dejanj in vodi k rešitvi težave. Vse te analize so namenjene svetovanju. V bistvu na podlagi dejanj napovedujejo več možnih rešitev,
- pretočna analitika je proces v realnem času stalnega izračunavanja, spremljanja in upravljanja statističnih informacij, ki temeljijo na podatkih in ukrepanjih na podlagi izračunov.

Slika 21: Evolucija sistemov za podporo odločanju, poslovne inteligence in analitike



Prيرهeno Sharda, Delen in Turban (2018).

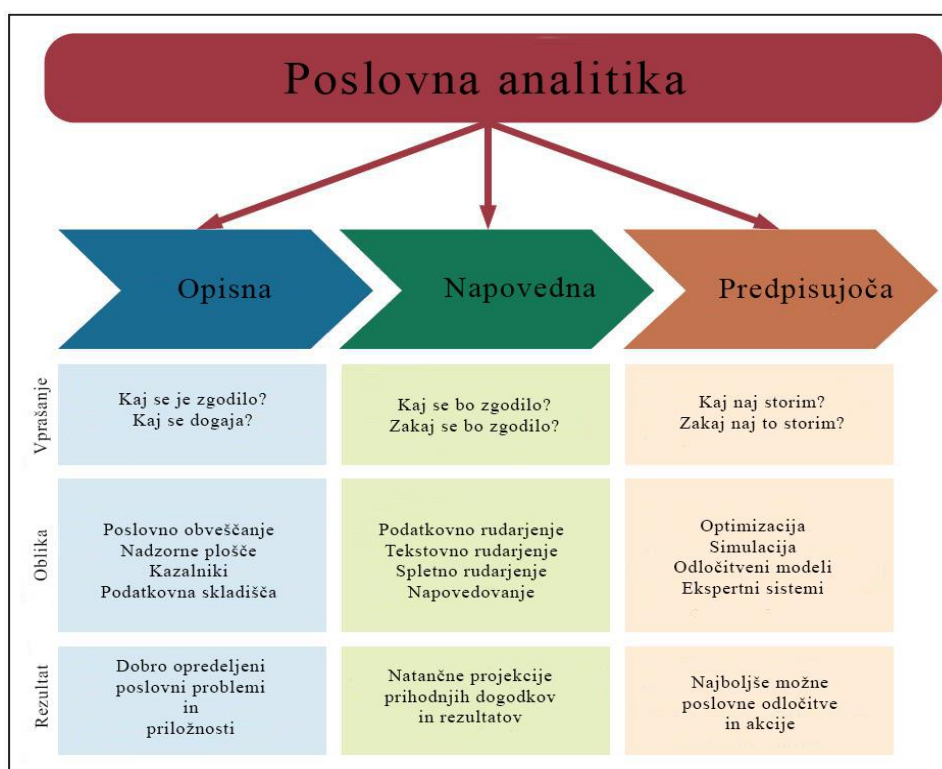
Na sliki 21 je prikazana evolucija sistemov za podporo odločanju, poslovne inteligence in analitike. Vidimo, da so se izrazi razvijali z razvojem tehnologije in tako uporabljali

razpoložljiva sredstva, ki so bila v določenem obdobju na voljo. Čeprav se zdi na prvi pogled poslovna inteligenca suhoparno zbiranje podatkov in njihovo hranjenje, nam že osnovna analitika omogoča analiziranje in interpretiranje pridobljenih podatkov, ki pa nam z opisno, napovedno, predpisno in pretočno analitiko z večanjem naborov podatkov poveča široki pogled pridobljenih informacij.

Slika 22 prikazuje tri različne oblike poslovne analitike, ki jo sestavljata:

- poslovna inteligenca, ki je opisnega tipa (vizualna periodična poročila, trenutna poročila in analiza trenda),
- napredna analitika, ki je napovednega in predpisujočega tipa (statistična analiza in podatkovno rudarjenje ter znanstveni modeli in rešitve).

Slika 22: Poslovna analitika



Prirejeno po Sharda, Delen in Turban (2018).

3.5 Poslovna inteligenca in masovni podatki

Masovni podatki v internetu stvari so veliko in hitro razvijajoče se področje, kjer lahko igrajo vlogo številne različne metode in tehnike. Zaradi hitrega napredka strojnega učenja in novega razvoja strojne opreme je mogoče opaziti dinamičen preobrat metod in tehnologij (Aziz, Chalup & Juniper, 2019).

Povečala se je potreba po upravljanju in analizi podatkov za uspešnost organizacije. Primerna tehnologija, opredeljena za ta namen, je poslovna inteligenca in analitika (BIA).

Ena od glavnih lastnosti vpliva masovnih podatkov na poslovno inteligenco je izboljšanje sposobnosti odločanja, hitrejšega odločanja, razumevanja potreb, razvoja strategij in povečanja produktivnosti in učinkovitosti (Ram, Zhang & Koronios, 2016).

Posledica dejstva, da je vedno več podatkov na voljo v digitalni obliki, nam ne omogoča le pridobivanja novih vpogledov, temveč omogoča tudi nova odkritja na področjih, kot sta fizika ali zdravstvo, ki nam ni nujno primarnega tipa. Masovne podatke dejansko lahko razumemo kot novo orodje za obveščanje, saj nam obsežnost podatkov, ki so danes na voljo in razpoložljiva tehnologija omogočata izvajanje analitike, pregledovanje povezav in ustvarjanje napovedi, ki so bile nepredstavljive še pred kratkim (Vossen, 2014).

3.6 Poslovna inteligenca in internet stvari

Med četrto industrijsko revolucijo se ustvarja ogromno podatkov, podatki pa se eksplozivno generirajo na različnih področjih interneta stvari. Organizacije vsak trenutek proizvedejo in shranijo ogromno podatkov, ki prihajajo iz družbenih omrežij, senzorjev, sledenja, spletnih mest in spletnih novic. Google, Facebook, Walmart in Taobao so večje organizacije, ki ustvarjajo večino podatkov na spletnih strežnikih. Podatki so v treh oblikah: strukturirani (besedilni/številski), delno strukturirani (avdio, video in slika) in nestrukturirani (viri XML in RSS). Nestrukturirane podatke je treba analizirati in distribuirati na strukturiran način, to pomeni, da se zahtevane informacije zbirajo s pomočjo tehnik rudarjenja podatkov (Fahad, Baker, Mithun & Yafooz, 2019).

Internet stvari ustvarja ogromno podatkov. Analiza in upravljanje teh podatkov zahteva programiranje in statistične pristope. Tehnologija masovnih podatkov spodbuja nove izdelke, namenske programe, prihodnje raziskave in razvoj za izboljšanje odločanja. Poudarja se pomen predhodne obdelave, metapodatkov, formatov za shranjevanje podatkov, upravljanja podatkov in kako so veliki podatki tesno povezani s tehnologijami interneta stvari. Danes je vse povezano s hitro rastjo interneta stvari. Da bi ostali pred zahtevami nove tehnologije, kot sta računalništvo v oblaku in robno računalništvo (angl. Edge Computing) preoblikujejo organizacije (Khare & Totaro, 2019).

Izziv danes ni več, kako slediti podatkom, ampak kako jih učinkovito analizirati. Platforme poslovne inteligence lahko vizualizirajo podatke iz rešitev interneta stvari za različne panoge, vključno z, vendar ne omejeno na, zdravstvom, logistiko in proizvodnjo. Združevanje rešitev poslovne inteligence in internetnih stvari nam omogoča, da v realnem času uporabimo več podatkov za izboljšanje delovanja. Sledimo naslednjim korakom za povezavo poslovne inteligence z rešitvami interneta stvari (Goel, 2022):

- prvi korak zahteva odločitev za ustvaritev načrta, katere informacije zbrati in analizirati iz rešitev interneta stvari v vizualno nadzorno ploščo,
- v naslednjem koraku je hranjenje podatkov v oblak,
- priprava in usposobitev podatkov interneta stvari,
- analiziranje podatkov in vizualizacija podatkov.

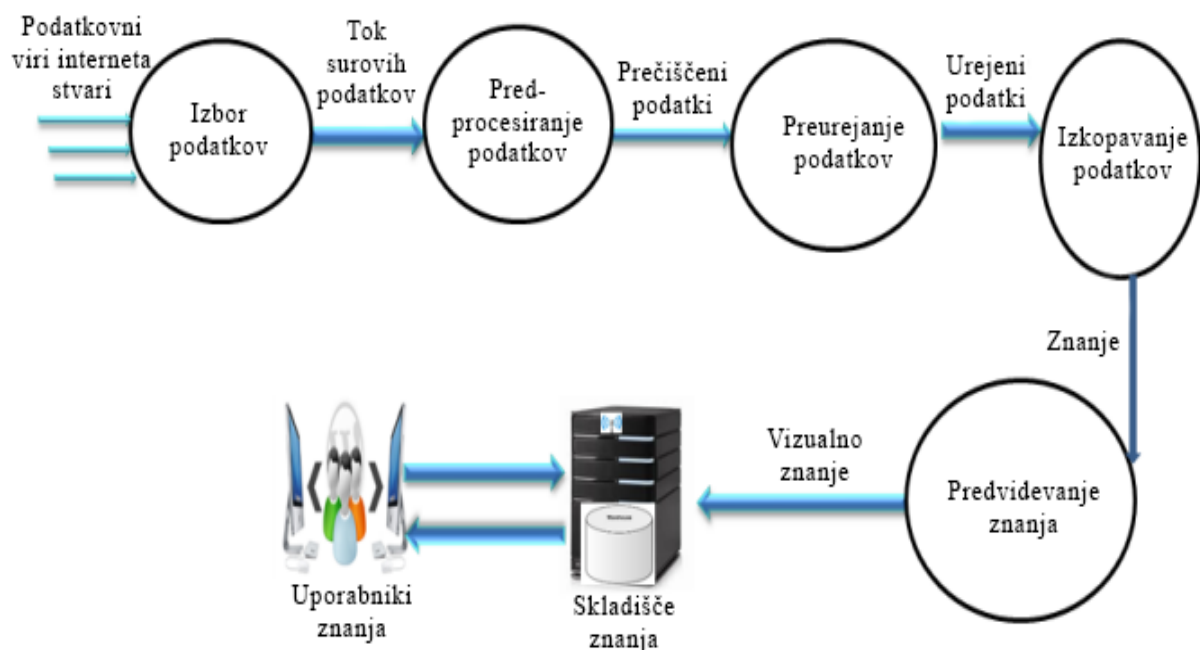
3.7 Vizualizacija podatkov, analitika in obveščanje

Analitika masovnih podatkov je bila opredeljena kot kritična tehnologija za podporo pridobivanju, shranjevanju in analitiki podatkov v sistemih za upravljanje podatkov v sodobni proizvodnji (Bi & Cochran, 2014).

Analitika masovnih podatkov ni le tehnologija, je sestavni nabor orodij strategije, trženja, človeških virov in raziskav. Analitika velikih podatkov je niz dobro uveljavljenih in široko uporabljenih analitičnih metodologij in orodij, kot so korelacije, analiza grozdov, filtriranje, drevesa odločitev, analiza nevronske omrežij, regresijska analiza in tekstovna analiza (Davis, 2014).

Kot je prikazano na sliki 23, mora procesna enota analitičnega vozlišča izvesti pet logičnih procesov ali funkcij, da pridobi t.i. vizualno znanje iz podatkov interneta stvari in zagotovi popoln proces odkrivanja podatkov znanja (angl. knowledge discovery and data mining - KDD), preden se vizualno znanje prenese v skladišče znanja, kjer do njega lahko dostopajo uporabniki znanja. Pri vizualnem znanju gre za uporabo grafičnih prikazov za prikazovanje različnih pogledov na podatke. Vizualno znanje je shranjeno v skladišču znanja, iz katerega ga uporabniki inteligentno črpajo (Mishra, 2017).

Slika 23: Ustvarjanje vizualnega znanja iz podatkovnih virov interneta stvari



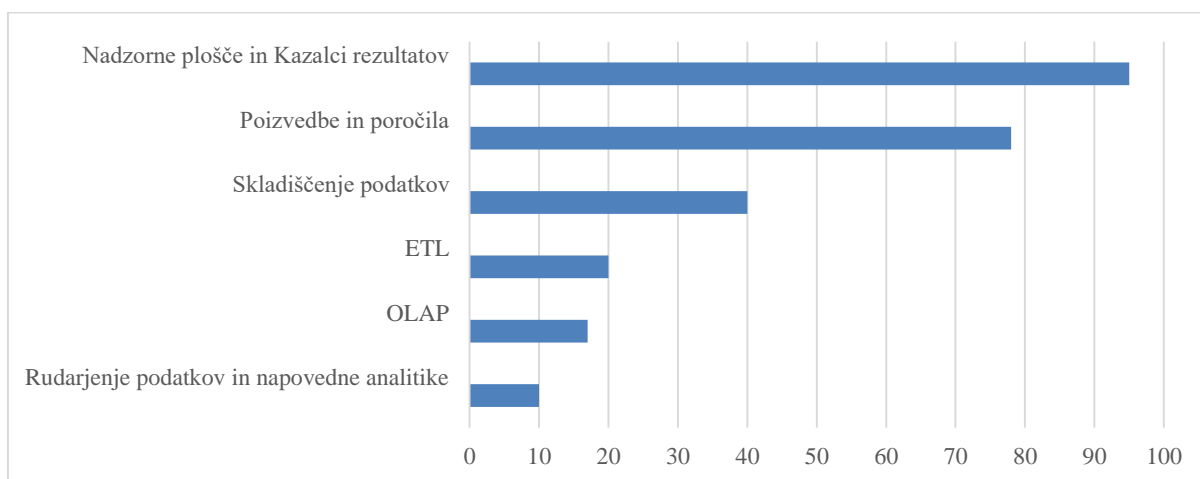
Prerejeno po Mishra (2017).

Podatki so lahko predstavljeni v različnih oblikah, npr. tekstovnih, grafičnih ali slikovnih, kar se imenuje vizualizacija podatkov in odločevalcem omogoča, da vidijo analitiko podatkov, predstavljeno vizualno, tako da lahko dojemajo težke zasnove ali na učinkovit način prepoznajo nove vzorce (Peddoju & Upadhyay, 2020).

Po Protopsaltis, Sarigiannidis, Margounakis in Lytos (2020) vizualna analitika vsebuje tudi naslednje module in postopke:

- vizualna analitika je metoda analize podatkov, ki uporablja podatkovno rudarjenje, statistiko in vizualizacijo. Poleg avtomatizirane analize implementacije orodij za vizualno analitiko združujejo človeško interakcijo, ki uporabniku omogoča nadzor in presojo med analizo podatkov, da se ustvari dragocen vpogled za sprejemanje odločitev. Postopek vizualne analitike začne izvajati podprocese preoblikovanja podatkov, kot sta filtriranje in vzorčenje, ki spremenita nabor podatkov v predstavitev, omogočene za nadaljnje raziskovanje. Za ustvarjanje znanja se uporabi bodisi metoda vizualnega raziskovanja bodisi metoda samodejne analize, odvisno od primera uporabe. V primeru samodejne analize se uporabljajo metode podatkovnega rudarjenja za pomoč pri karakterizaciji podatkov. Vizualni vmesnik upravljajo analitiki in nosilci odločanja, da raziskujejo in analizirajo podatke,
- podatkovni modul je odgovoren za zbiranje in predhodno obdelavo neobdelanih in raznovrstnih podatkov. Ker se pridobivanje podatkov izvaja v realnem času prek senzorjev, so nabori neobdelanih podatkov običajno nepopolni ali nedosledni, zaradi česar je nemogoča njihova uporaba neposredno v vizualizaciji ali v modulu modeli. Da bi odpravili te težave, je treba za izvirne nabore podatkov uporabiti nekaj predobdelave podatkov. Predobdelava podatkov je fleksibilen proces, ki je odvisen od kakovosti neobdelanih podatkov. Ta modul vključuje tehnike predhodne obdelave, kot so razčlenjevanje podatkov, integracija podatkov, čiščenje podatkov (odprava redundance, napak in neveljavnih podatkov), pretvorba podatkov (normalizacija) in zmanjšanje podatkov. Modul modeli je odgovoren za pretvorbo podatkov v informacije. Ta modul vključuje metode pretvorbe, kot so izbira in generiranje funkcij, izdelava modela, izbira in validacija,
- vizualizacijski modul je odgovoren za vizualizacijo in abstraktno preoblikovanje podatkov. Ta modul vključuje tehnike za vizualno preslikavo (vzporedne koordinate, grafi s silo, grafi tetiv, razpršene matrike), generiranje in koordinacijo pogleda, interakcijo človek-računalnik. Modul znanja je odgovoren za poganjanje procesa preoblikovanja informacij v smiseln vpogled z uporabo metod interakcije med človekom in strojem.

Slika 24: Najbolj iskana orodja poslovne inteligence med uporabniki



Prيرهjeno po Humphries (2014).

Slika 24 prikazuje najbolj iskana orodja poslovne inteligence med uporabniki, kjer najvišje mesto zastopajo pričakovano nadzorne plošče, kazalci rezultatov in poročila.

Glavna prednost poslovne inteligence je sposobnost prikaza informacij, ki so lahko berljive in razumljive ter po potrebi prikazane tudi v realnem času. Takšne informacije so nujne za vse vrste odločitev, strateških načrtovanj in tudi za obstoj podjetja. Najpogostejša področja uporabe poslovne inteligence so splošna poročila, analiza prodaje in marketinga, planiranje in napovedovanje, finančna konsolidacija, priprava proračuna in analiza dobičkonosnosti. Organizacije so prisiljene, da zajemajo svoje podatke, jih razumejo in izkoristijo za podporo odločanju, s čimer izboljšajo svoje poslovanje. Poslovni cikli so danes veliko hitrejši, bolj informativni in zato je boljša odločitev nujna za poslovanje. Managerji potrebujejo pravo informacijo v pravem trenutku in na pravem mestu (Turban, Sharda, Delen, King & Aronson, 2010).

Vrste vizualizacij

Velika količina podatkov, zbranih iz sistemov interneta stvari, je lahko nesmiselna, če se podatkovne točke analizirajo ena za drugo. Namesto tega bi lahko podatkovne točke ob uporabi v velikih količinah osvetlile pomembne značilnosti v podatkih. Da bi bili zbrani podatki dragoceni, morajo biti zato predstavljeni v kontekstu in na način, da jih lahko prejemnik interpretira. Večina vizualizacij je tudi dinamičnih, saj se novi podatki za vizualizacijo nenehno zbirajo, kar zahteva še več premisleka o tem, kako jih vizualizirati. Obstaja pet različnih kategorij, v katere lahko razdelimo tehnike vizualizacije: slikovno usmerjene, geometrijske projekcije, ikone, hierarhične in grafične ali vizualiziranje kompleksnih podatkov in odnosov (Anderson, 2017).

Protopsaltis, Sarigiannidis, Margounakis in Lytos (2020) pravijo, da je za odločitev o vrsti grafikona ali vizualizacije, ki se bo uporabila za vsak primer, treba najprej upoštevati kontekst vizualizacije. Orodje za vizualizacijo mora upoštevati različne vire podatkov in tipe podatkov interneta stvari. Pred oblikovanjem grafikona je treba določiti število spremenljivk, ki se ocenjujejo glede na vrsto podatkov:

- enosmerni podatki, kjer je treba eni spremenljivki, diskretni ali neprekinjeni, slediti njeno delovanje, vrednost, trende, obnašanje ali sestavo vrednosti,
- bivariatni podatki, kjer je treba slediti dvema spremenljivkama, diskretnima ali neprekinjenima. V tem primeru je treba upoštevati več zapletenosti,
- multivariatni podatki, kjer je treba slediti več kot dvema spremenljivkama, ali diskretnima ali pa neprekinjenima.

Večvariantne podatke, običajno visokodimenzionalne nize, je težko vizualizirati in preplavijo človeško zaznavo. Takšni primeri gredo skozi fazo analize, ki temelji na modelu, kjer je s tehnikami zmanjševanja dimenzij postopek vizualizacije izvedljiv. Glavni cilji

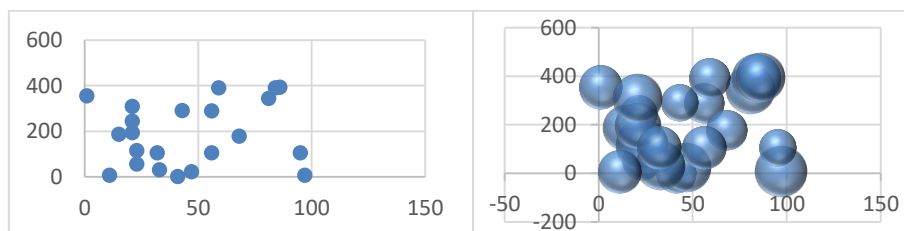
izvajanja vizualizacijskega procesa so (Protosaltis, Sarigiannidis, Margounakis & Lytos, 2020):

- oceniti odnos,
- oceniti distribucijo,
- primerjati podatke in
- preučiti kompozicijo.

Ocenjevanje razmerja med nizi podatkov se imenuje korelacija in se izvaja, da se ugotovi, kako se ti nabori podatkov združujejo in medsebojno delujejo. Korelacija različnih podatkovnih nizov je lahko pozitivna ali negativna, kar pomeni, da se njihove spremenljivke podpirajo ali pa delujejo druga proti drugi. Nekateri osnovni vizualizacijski grafikoni so (Protosaltis, Sarigiannidis, Margounakis & Lytos, 2020):

- razpršeni grafikoni: prikazani so na sliki 25 in se večinoma uporabljajo v bivariatnih primerih, medtem ko v večvariatnih primerih mehurčki razkrivajo vpogled zelo izčrpno,

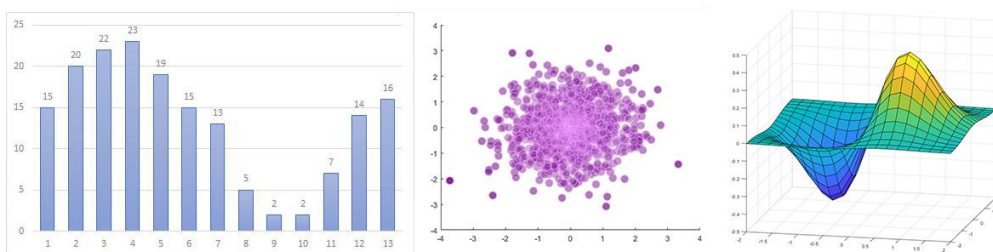
Slika 25: Razpršeni diagram z dvema in tremi spremenljivkami



Vir: lastno delo

- histogrami: cilj vrednotenja distribucije je razkriti obstoj (ali odsotnost) vzorcev in njihov razvoj čez čas. V enosmernih primerih so histogrami najboljša možnost vizualizacije (stolpčni histogram za nekaj podatkovnih točk, linijski histogram za več podatkovnih točk). Razpršeni graf, ki je prikazan na sliki 26, se večinoma uporablja v bivariatnih primerih, medtem ko lahko v večvariatnih primerih 3D-območni grafikoni zajamejo cilj vizualizacije,

Slika 26: Vizualizacija distribucije

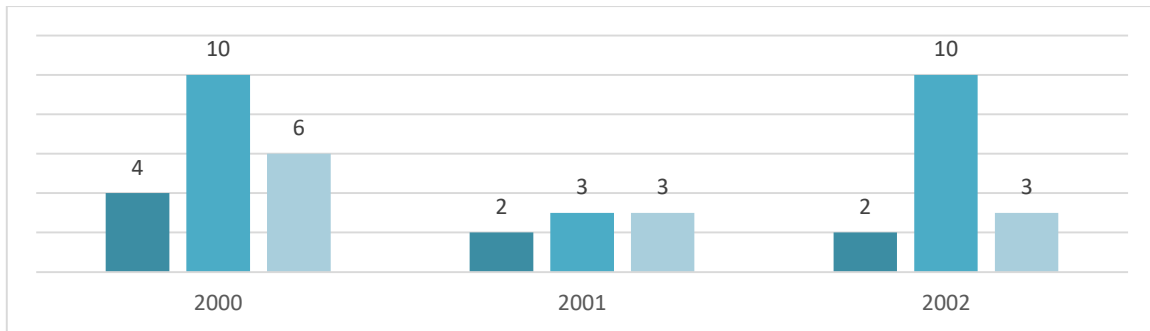


Vir: lastno delo

- primerjava nizov podatkov: gre za bistven proces pri analizi podatkov, ki omogoča prepoznavanje razlik ali podobnosti med podatkovnimi točkami ali obdobji. Različne skupine podatkov, ki se nanašajo na isto obdobje, je mogoče primerjati z uporabo

preprostega paličnega grafikona za enosmerne primere ali paličnega grafikona s spremenljivo širino za dvosmerne primere. Glavna razlika med obema je v tem, da stolpec s spremenljivo širino omogoča primerjave tako glede višine kot širine vsakega stolpca. Primer grafikona je prikazana na sliki 27,

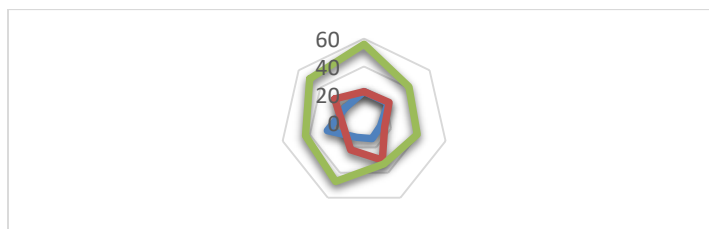
Slika 27: Primerjava različnih podatkovnih setov



Vir: lastno delo

- krožni diagrami: ko je časovna spremenljivka pomembna, primerjamo isti niz podatkov v različnih obdobjih z uporabo krožnega diagrama območja (imenovanega tudi radarski ali pajkov grafikon) in je prikazan na sliki 28. Ta grafikon omogoča primerjavo več kvantitativnih spremenljivk. Vsaka spremenljivka je predstavljena z osjo, kalibrirano radialno, ki se začne od središča. Vsaka vrednost spremenljivke je narisana vzdolž svoje osi in vse spremenljivke so povezane v poligon,

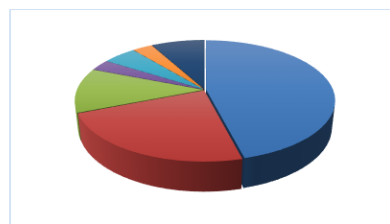
Slika 28: Primerjava podatkovnih setov pri različni časovni periodi



Vir: lastno delo

- strukturni krogi: kompozicija je študij manjših delov, ki tvorijo skupino. V takšnih primerih se večinoma uporabljajo strukturni krogi in so prikazani na sliki 29,

Slika 29: Primer prikaza kompozicije

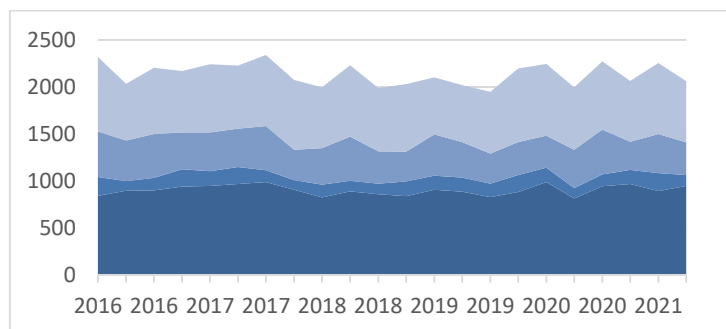


Vir: lastno delo

- palični grafikoni: v primerih sestave, kjer je časovna spremenljivka pomembna, so lahko strukturni krogi produktivni pri preučevanju sprememb čez čas. Za te primere bi naloženi

palični grafikon ali grafikon z naloženimi površinami najbolje predstavi sestavo nabora podatkov, ki se sčasoma spreminja z razdelitvijo palic (ali območja) med kategorije v naboru podatkov. V takih primerih se podatki časovne serije shranijo v baze podatkov. Podatki časovnih vrst se merijo v določenem času na podlagi določenega predvidljivega vzorca ali trenutnega stanja študije. Primer kompozicije čez čas prikazuje slika 30,

Slika 30: Prikaz kompozicije čez čas



Vir: lastno delo

Poročanje

Omeniti velja, da se poročanje in poročila razlikujejo od analitike. V procesu poročanja lahko uporabniki pretvorijo podatke v uporabne informacije z različnimi grafikoni in tabelami ter odkrijejo nadaljnje vpoglede. Z drugimi besedami, poročila si lahko ogledamo kot dinamične podatke in različne sloge. Po definiciji je poročanje osnovni del poslovne inteligence, ki nam omogoča zbiranje, ekstrakcijo in dinamično prikazovanje podatkov z različnimi vrstami vizualizacij (FineReports, 2021). Tabela 4 prikazuje primerjavo med programsko opremo za poslovno inteligenco in orodjem za poročanje poslovne inteligence.

Tabela 4: Primerjava med programsko opremo za poslovno inteligenco in orodjem za poročanje poslovne inteligence

	Programska oprema za poslovno inteligenco	Orodje za poročanje poslovne inteligence
Namen	Analiza podatkov	Prikaz podatkov
Časovnica	Napovedovanje	Prikaz preteklega in trenutnega stanja
Uporabniki	Analitiki	IT oddelki in razvijalci poročil
Prednosti	Boljši pri poglobljeni analizi, rudarjenju podatkov, analizi OLAP	Boljši v bogastvu slogov poročil, raznolikosti grafikonov in funkcij tiskanja

Prerejeno po FineReports (2021).

Sistem potisnega obveščanja uporabnikom zagotavlja uporabne in pravočasne informacije prek mobilnih naprav ali naprav interneta stvari. Uporabnikom je mogoče dostaviti različne vrste informacij s povezovanjem naprav z različnimi viri informacij. Običajno je potisno

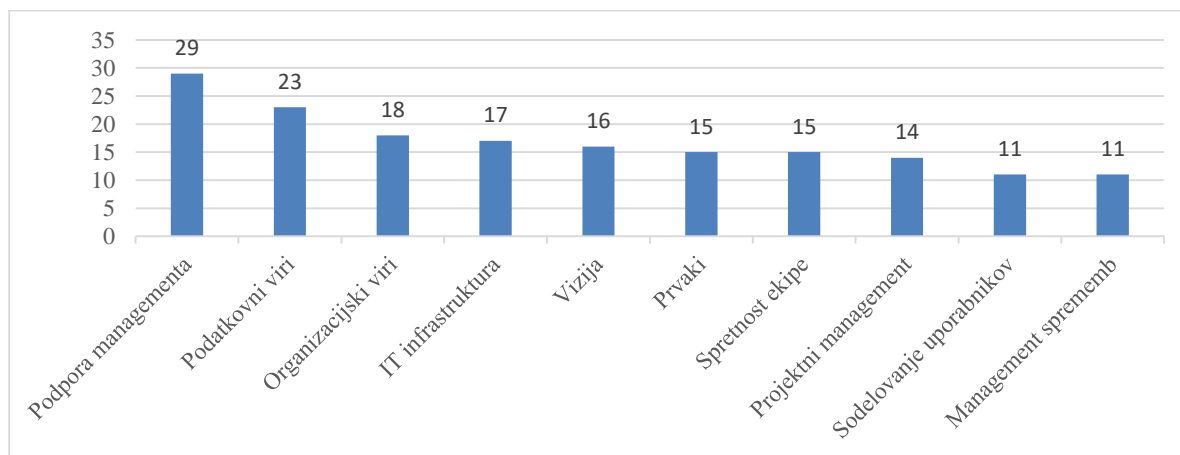
obveščanje na voljo kot storitev v oblaku, nabor vmesnikov, vključno s spletnimi vmesniki in vmesniki v drugih protokolih, pa je opredeljen za vire informacij in prejemnike kot storitev API (Pan, Liang, Zhou, Ge & Zhao, 2015).

3.8 Faze razvoja modula za poslovno inteligenco

Uspeh implementacije sistema poslovne inteligence po primerjani literaturi razvitih držav prikazuje slika 31.

Iz slike vidimo, da je uspeh implementacije poslovne inteligence najbolj odvisen od podpore vodstva, ki je tudi pokrovitelj projekta, zelo veliko pa je odvisno tudi od tehničnega okolja, to je podatkovnih virov, IT infrastrukture in spretnosti ekipe.

Slika 31: Najpogostejši dejavniki uspeha implementacije poslovne inteligence



Prirejeno po El-Adaileh in Foster (2019)

Študija, ki so jo izvedli Bordeleau, Mosconi in Santa-Eulalia (2018), je poudarila raziskovalne vrzeli in priložnosti v literaturi Industrije 4.0 o poslovni inteligenci v zvezi s poslovnimi vprašanji, kot je ustvarjanje vrednosti. S sistematičnim pregledom literature je bilo uporabljeno skupno 42 člankov. Rezultati kažejo, da sta bili spremljanje in analiza v realnem času najpogostejša produkta poslovne inteligence, vendar se je zelo malo člankov sklicevalo na operativno ali strateško vrednost namenskih programov.

Tabela 5: Faze sistematičnega pregleda

Stopnja	Faza
Načrtovanje.	Prepoznavanje potreb, priprava predloge, razvoj.
Izvajanje pregleda.	Identifikacija študij, izbor študije, ocena kakovosti študije, izločanje in sinteza podatkov.
Poročanje o rezultatih.	Poročila in priporočila, uvajanje dokazov v prakso.

Prirejeno po Tranfield, Denyer in Smart (2003).

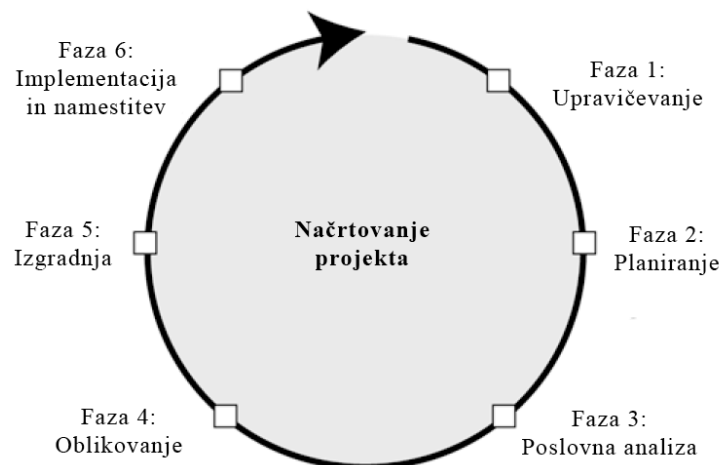
Smernice razvoja modula za poslovno inteligenco za internet stvari so sestavljene iz devetih faz, razdeljenih na tri stopnje, kot je prikazano v tabeli 5.

Splošen prikaz faz izgradnje poslovne inteligence prikazuje slika 32 (Moss & Atre, 2003).

V praksi se za razvoj rešitev uporabljata tako tradicionalni, kot agilni pristop. Ker rešitve, prikazane v magistrski nalogi, temeljijo predvsem na tradicionalnem pristopu, je le-ta podrobneje prikazan v nadaljevanju.

Kot kaže puščica na sliki, so inženirski procesi ponavljalni. Ko je izdelek uveden, se nenehno izboljšuje in izboljšuje na podlagi povratnih informacij. Vsaka ponovitev ustvari novo različico izdelka, ko se izdelek razvija in dozoreva. Izgradnjo pa po Kim, Cho in Jun (2020) predstavljajo naslednje faze:

Slika 32: Faze izgradnje poslovne inteligence



Prirejeno po Moss in Atre (2003).

Faza 1: Upravičevanje

V prvi fazi ocenimo poslovne potrebe, ki zahtevajo nov projekt. To je lahko želja po prihranku energije, avtomatizaciji delovanja, prilagajanju uporabnikom, kakovosti življenja ali preprosto posodobitvi prostorov (Kim, Cho & Jun, 2020).

Faza 2: Planiranje

Druga faza je razvoj strategije in taktičnih načrtov za izvedbo projekta. Planiranje lahko zajema naslednja področja: prostor, tehnologije in uporabnike (Kim, Cho & Jun, 2020).

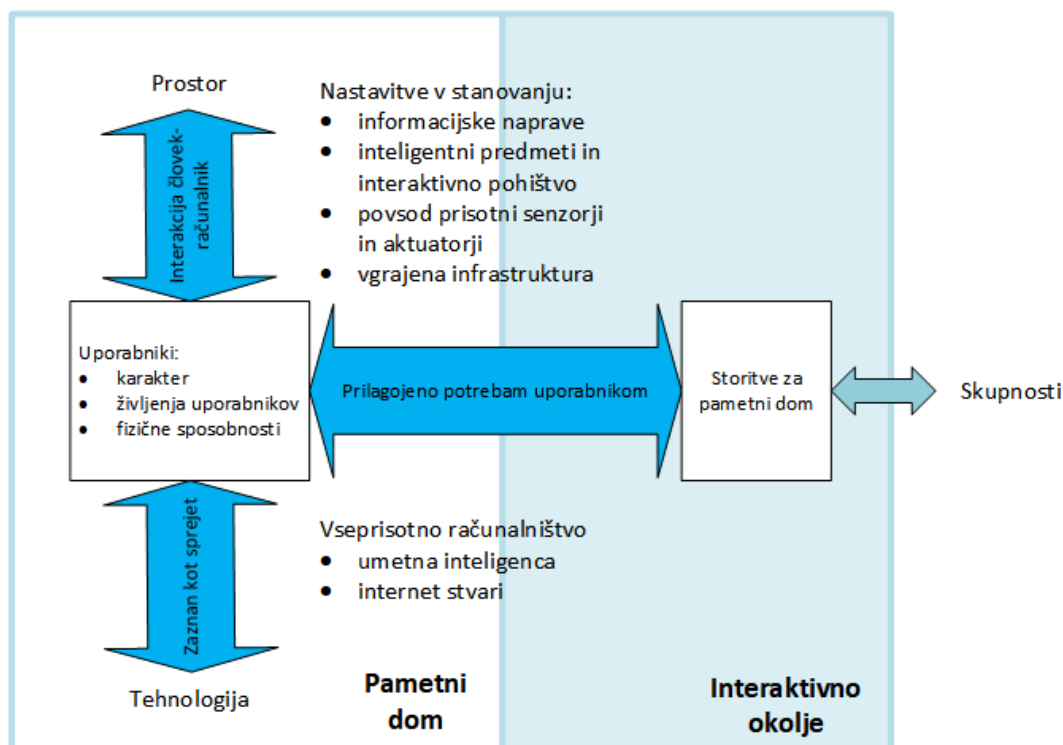
Slika 33 prikazuje okvir za konfiguriranje storitev pametnega doma. Za razliko od raziskav, ki se osredotočajo na tehnična vprašanja, si okvir prizadeva identificirati in integrirati

medsektorske odnose, ki temeljijo na razumevanju pametnih domov in uporabnikov. Inteligentno računalništvo in arhitektura sta integrirana za ustvarjanje novih odzivnih in interaktivnih okolij. To okolje je nenehno povezano z omrežjem, kjer lahko stanovalci komunicirajo s sosedi v skupnosti, ki ji pripadajo, in zagotavlja različne bivalne storitve, ki so stanovalcem nujne in primerne. Predlagani okvir pomaga oblikovalcem, arhitektom, inženirjem in raziskovalcem pri raziskovanju in razvoju pametnih domov v bolj razširjeni, integrirani perspektivi.

Faza 3: Poslovna analiza

Naslednja faza vsebuje podrobno analizo poslovnega problema, da pridobimo dobro razumevanje za potencialne rešitve problema. V tej študiji se tehnologije in njihova uporaba obravnavajo v kontekstu prostorov doma in skupnosti ter mrež družinskih in družbenih odnosov, povezanih s temi tehnologijami. Na podlagi rezultatov prejšnjih študij razvijemo scenarije, da bi zgradili bogato sliko o tem, kako ljudje dejansko živijo v pametnih domovih (Kim, Cho & Jun, 2020).

Slika 33: Okvir za izgradnjo storitev pametnega doma



Prيرهeno po Kim, Cho in Jun (2020).

Faza 4: Oblikovanje

Z razvojem scenarijev smo identificirali vedenje in namere stanovalcev glede tehnologije in uporabe pametnega doma. Zlasti so bili scenariji osredotočeni na napovedovanje veččin, ki bi jih ljudje različnih starosti potrebovali in uporabljali na podlagi njihovega zdravja, dela in

vsakodnevnih življenjskih izkušenj. Tehnične izkušnje uporabnikov ter njihove fizične sposobnosti in zdravstveno stanje so pomembne spremenljivke, ki jih je treba upoštevati pri razvoju storitve pametnega doma. Scenarij, ki ga obravnavamo, ima tri komponente: osebne značilnosti, fizične sposobnosti in zdravstveno stanje ter vsakodnevno življenje in dejavnosti v domu. Osebne značilnosti vključujejo starost in spol. Telesne sposobnosti in zdravstvene razmere ter vsakodnevno življenje in dejavnosti v domu temeljijo na dejavnostih vsakdanjega življenja. Tu oblikujemo rešitev, ki rešuje zastavljeni problem (Kim, Cho & Jun, 2020).

Faza 5: Izgradnja

V peti fazi se lotimo izdelave rešitve, ki naj bi zagotovila uresničevanje ciljev projekta. Življenjske navade uporabnikov so bile identificirane z njihovimi zdravstvenimi težavami, dejavnostmi in dnevnimi rutinami, predstavljenimi v scenarijih. Na podlagi tehničnih rešitev, prostorov in oblikovalskih rešitev razvijemo prilagojene storitve pametnega doma, ki so potrebne za vsakega stanovalca (Kim, Cho & Jun, 2020).

Faza 6: Uvajanje

V zadnji fazi uvajanja poslovne inteligence v pametni dom izvedemo projekt na podlagi predhodnih ugotovitev in merimo učinkovitost, da se ugotovi, če ustreza zahtevam. V primeru odstopanja od postavljenih zahtev se vrnemo na predhodne faze, kjer preanaliziramo rešitve (Kim, Cho & Jun, 2020).

4 RAZVOJ IN IMPLEMENTACIJA MODULA POSLOVNE INTELIGENCE KOT DELA INTERNETA STVARI ZA PAMETNI DOM

V današnjem času lahko v vsakem domu najdemo naprave, ki tvorijo pametni dom. Že zamenjava električne naprave za modernejšo danes omogoča krmiljenje ali pošiljanje informacij in jo je mogoče, če to omogoča, daljinsko krmiliti, preverjati določena stanja naprave ali pa prebirati vrednosti okolja, v katerem naprava je. Z naprednejšo uporabo takih naprav, hranjenjem in analizo stanj pa se lahko približamo uporabi, ki ji lahko rečemo pametni dom in s katerim si olajšamo življenje, prihranimo energijo in omogočamo večjo varnost bivanja.

V okviru izdelave magistrske naloge sem razvil več modulov za poslovno inteligenco glede na možnosti izvedbe in pokazanih potreb in jih skušal sestaviti z upoštevanjem ugotovitev pri raziskovalnem delu s področja pametnega doma. Zaradi kompleksnosti posameznih modulov se bom omejil le na delni prikaz osnovnega modula in ga ropisal v nadaljevanju.

4.1 Analiza problema in možne rešitve

Dosedanje ugotovitve sem uporabil v stanovanjski enoti z osnovnimi prostori: vhodni prostor, delovni prostor, kuhinja, toaletni prostor, podstreha s skladiščem in ločena garažna enota. Vsi prostori so opremljeni s klimatskimi hladilnimi napravami, ogrevanjem na plinsko peč in/ali IR paneli. Razsvetljava je izvedena z varčnimi LED svetili, prostori pa so prezračevani tudi z dvonivojskim krmiljenjem. Vse upravljanje je izvedeno vzporedno ročno in samodejno. Električna omarica je pri vhodnih vratih v predprostoru, dostop do interneta je omogočen žično in brezžično.

Cilji oz. zahteve postavitve pametnega doma so bili naslednji:

- zmanjšanje porabe električne energije,
- zmanjšanje porabe zemeljskega plina za ogrevanje,
- opozarjanje v primeru napak v delovanju, kraje ali požara,
- poenostavljeno upravljanje osvetljevanja in ogrevanja/hlajenja,
- delno avtomatizirano delovanje glede na uporabnika,
- razvoj rešitve, ki ne zahteva specifičnih inštalacij in bi bila lahko prenosljiva v druge prostore in na druge postavitve,
- rešitev je primerna za delovne prostore in domače okolje.

Z definiranjem potreb in zahtev sem pristopil k načrtovanju, kjer sem popisal uporabnike in definiriral osnovne navade posameznikov. Glede na zahteve sem definiriral senzorje, ki so zahtevani za delovanje določenih postopkov ter hkrati raziskoval možne tehnologije za izvedbo projekta.

Viri podatkov za upravljanje in nadziranje doma so lahko obstoječi podatki, kot so vremenska napoved, dolžina dneva, položaj lune ali sonca, katere lahko pridobim s klicanjem različnih API klicev. Prejete podatke obdelam in pripravim za nadaljnjo primerjavo v analitičnih procesih.

Posamezna stanja vrat in oken lahko pridobim s stikalnimi senzorji, temperaturo, vlago in svetlost v vsakem prostoru pa lahko preberem s senzorji temperature, vlage in svetlosti. V zadnjem času so še posebej zanimivi tudi senzorji čistosti zraka, in sicer TVOC, in eCO₂, ter merilci prašnih delcev v zraku (PM), s katerimi lahko omogočimo prezračevanje ali odpiranje/ zapiranje oken.

Naslednja stopnja pametnih naprav so aktuatorji, ki poleg javljanja stanja tudi upravljajo oz. preklaplajo stanja. Te naprave uporabim pri vseh napetostnih stikalih, kot so luči, ogrevanje in prezračevanje. Zaradi lažjega upravljanja si postavim tudi prikazovalnike in/ali upravljalnike, kateri se lahko uporabljajo za prikaz dogodkov ali krmiljenje naprav.

4.2 Moduli interneta stvari

Zgornje zahteve rešim z naslednjimi moduli oz. rešitvami:

- WiFi termostat za upravljanje ogrevanja,
- Logitech Harmony za upravljanje klimatske naprave in AV naprav,
- Shelly in Sonoff WiFi stikala za krmiljenje osvetlitev in prezračevanja,
- Xiaomi zigbee senzorji za poročanje stanja okolja,
- RF443 modul za zunanje podatke okolja in odpiranje daljinskih vrat,
- Wemos Arduino senzorji za poročanje stanja okolja in čistosti zraka,
- Google Nest/Amazon Alexa vozlišči za zvočno poročanje stanja.

Posamezne zahteve so omogočene le pri določenih tehnologijah. Tako je na primer tehnologija zigbee namenjena ravno notranjim omrežjem in zasnovana za majhno porabo energije, ti senzorji delujejo na baterije in odpadejo težave z dovajanjem električne energije do senzorjev. Večina baterij ima omejen rok delovanja 1-2 leti, kar pomeni da kljub temu, da so moduli zelo diskretni in uporabni, niso primerni za širšo uporabo, kjer posamezniki ne bodo imeli administratorskega znanja za odpravljanje napak. Težava je tudi slabši domet, saj že stena ali dve onemogočita kakovosten signal do oddaljenih vozlišč. To težavo lahko rešimo z ojačenjem zigbee stičišč ali uporabo senzorjev, ki se obnašajo tudi kot stičišče, kar povečuje domet. Primer zigbee senzorjev prikazuje slika 34.

Slika 34: Senzorji Xiaomi zigbee



Vir: lastno delo

V primerih, kjer ne morem zagotoviti kakovostnega zigbee signala, lahko uporabim WiFi omrežje, kjer imam na voljo Shelly ali Sonoff rešitve in jih prikazuje slika 35.

Slika 35: Senzorji Shelly in Sonoff



Vir: lastno delo

Naslednja bolj fleksibilna rešitev je rešitev z Wemos moduli, kjer sami sestavimo in sprogramiramo po svojih zahtevah senzorje in podatkovni tok. Primer wemos modula prikazuje slika 36.

Slika 36: Modula Wemos D1 mini in Wemos D1



Vir: lastno delo

RF433/868/915 modul uporabim za sprejem podatkov na večjih oddaljenostih in za podatke na prostem za podatke o temperaturi in vlagi, ter upravljanje vrat. Primer modula prikazuje slika 37.

Slika 37: Modul RF443/868/915MHz



Vir: lastno delo

4.3 Prikazovalniki in upravljalniki

Za upravljanje in prikazovanje podatkov bom poleg možnosti prikaza in upravljanja preko spletnega brskalnika in namenskih programov uporabil namenske zaslone, ki so prikazani na sliki 38:

- Nextion zaslon na dotik za prikazovanje podatkov in pošiljanje ukazov v naprave,
- MAX7219 sedem segmentni zaslon za prikazovanje kratkih obvestil.

Slika 38: Zaslona Nextion in MAX



Vir: lastno delo

4.4 Programska oprema za vizualizacijo, obveščanje in alarmiranje

Vizualizacijo podatkov izvedem v programih Domoticz, Node-RED, Grafani in PowerBI, medtem, ko je večina obveščanja in alarmiranja izvedena v Node-RED.

Slika 39: Program NodeRED



Vir: lastno delo

Node-RED je programsko orodje za povezovanje tokov različnih naprav strojne opreme, API-jev in spletnih storitev. Zagotavlja urejevalnik, ki temelji na brskalniku in omogoča preprosto povezovanje tokov z uporabo širokega nabora vozlišč v paleti, ki jih je mogoče razmestiti v njegovo izvajanje z enim samim klikom. Program je prosto dostopen na spletni strani <https://nodered.org/> in ga prikazuje slika 39.

Domoticz je programsko orodje za avtomatizacijo doma, ki omogoča spremljanje, nastavljanje in upravljanje različnih naprav, kot so luči, stikala in senzorji različnih proizvajalcev. Omogoča tudi pošiljanje obvestil in opozoril. Prosto je dostopen na spletnem naslovu <https://domoticz.com/> in ga prikazuje slika 40.

Slika 40: Program Domoticz



Vir: lastno delo

Program za vizualizacijo Grafana omogoča poizvedovanje, vizualizacijo, opozarjanje in razumevanje meritev, ne glede na to, kje so shranjene. Vsi podatki so lahko prikazani v pregledni nadzorni plošči. Program je prosto dostopen na spletni strani <https://grafana.com/> in ga prikazuje slika 41.

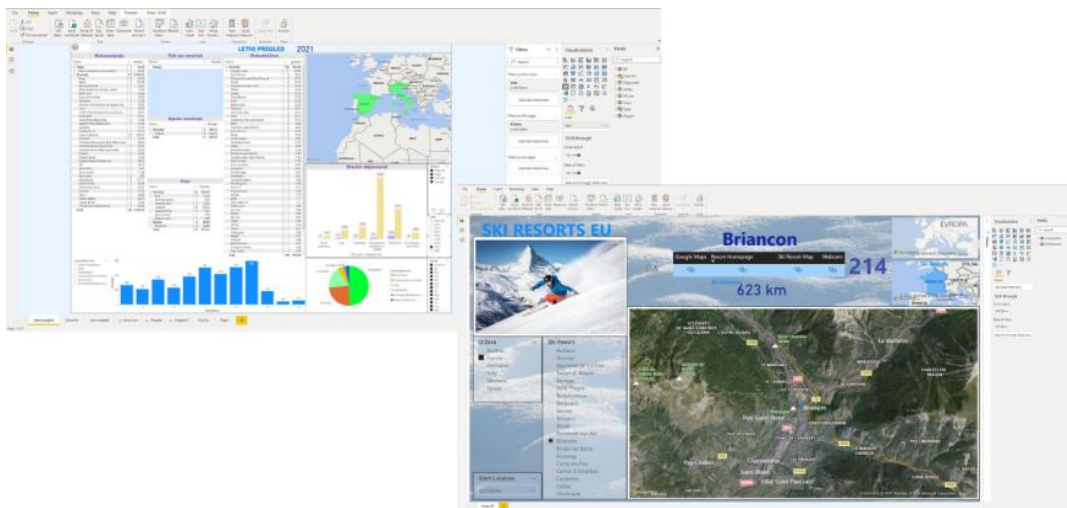
Slika 41: Program Grafana



Vir: lastno delo

Microsoft PowerBI je platforma za povezavo in vizualizacijo vseh podatkov za poslovno inteligenco, ki je preprosta za uporabo in nam pomaga pridobiti globlji vpogled v podatke. Program z omejeno funkcionalnostjo je prosto dostopen na spletnem naslovu <https://powerbi.microsoft.com/> in ga prikazuje slika 42.

Slika 42: Program Microsoft PowerBI



Vir: lastno delo

4.5 Zbiranje in analiziranje podatkov

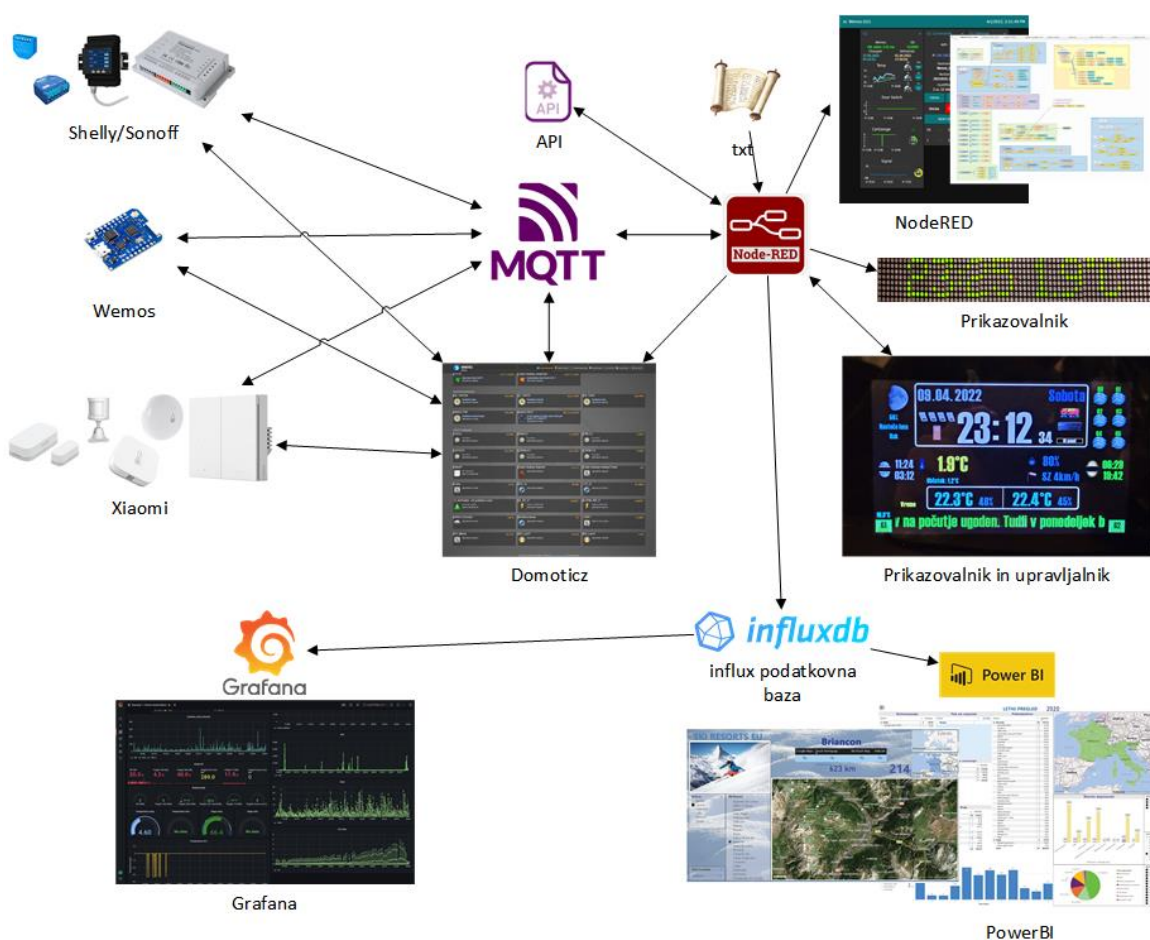
Zbiranje podatkov temelji na naslednjih virih:

- obstoječi viri podatkov za podatke o vremenskih pojavih (vremenski podatki za predvidevanja o prezračevanju, ogrevanju, hlajenju prostorov in odpiranju/zapiranju oken),

- podatki o prisotnosti oseb v prostorih (za omogočanje/onemogočanje prezračevanja, ogrevanja in hlajenja ali samodejnega vklapljanja/izklapljanja alarmiranja),
- podatki iz senzorjev, razporejenih po prostorih (temperatura, vlaga, svetlost, voda, CO2, prisotnost prašnih delcev v prostorih, senzor gibanja).

Ker večina uporabljenih naprav omogoča komunikacijo po mqtt protokolu, ki je standardni protokol za sporočanje za internet stvari in je idealen za povezovanje oddaljenih naprav z majhnim odtisom kode in minimalno pasovno širino omrežja že v osnovni izvedbi, se odločim za implementacijo, v kateri bo vsa komunikacija in upravljanje potekala po omenjenem protokolu.

Slika 43: Shema rešitve



Vir: lastno del

Povezovalna platforma je Node-RED, ki je preprosto obvladljivo in široko podprto programsko orodje. Omogoča tudi enostavno konvertiranje podatkov in pošiljanje ukazov v naprave, ki to omogočajo.

Zapisovanje podatkov izvajam v podatkovno bazo časovnih vrst influxdb, iz katere lahko podatke nato spremljam in analiziram v programskih rešitvah Grafana in PowerBI.

Shema končne rešitve pametnega doma je prikazana na sliki 43.

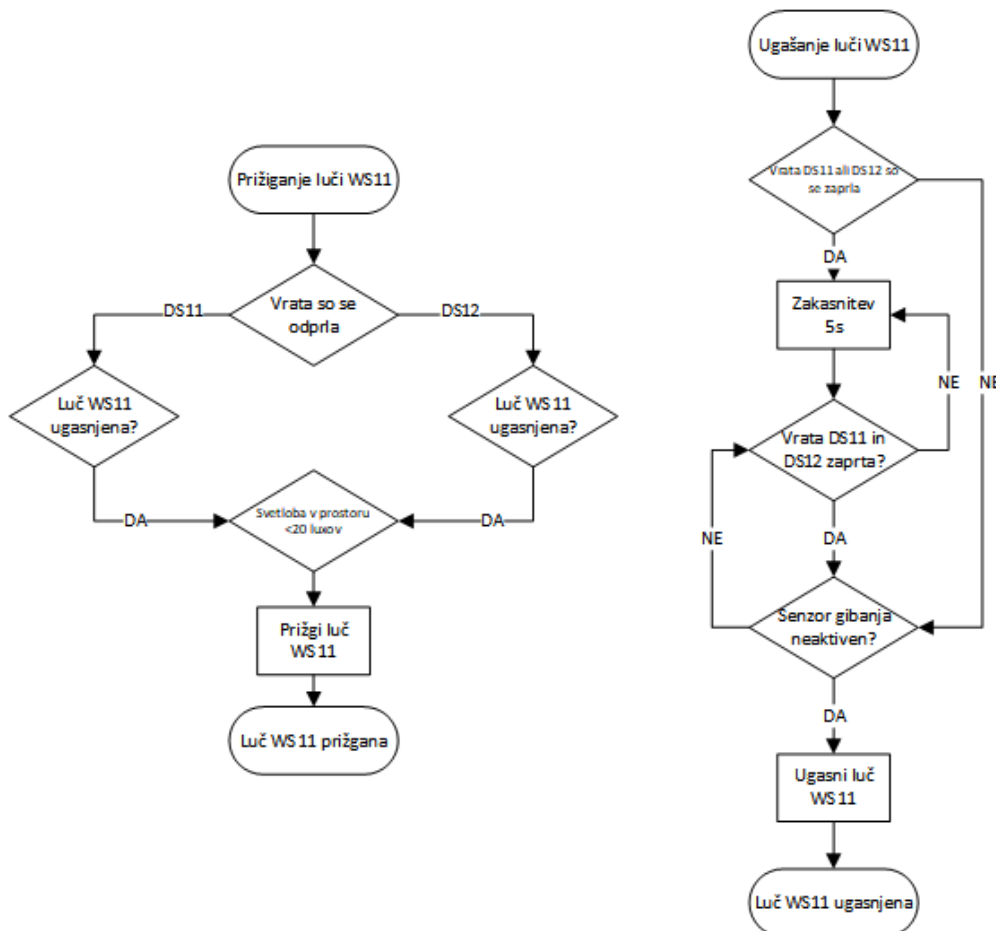
Fizično postavitve senzorjev in pripravo povezovalnih modulov sem izvedel v fazi izgradnje, kjer sem se lotil tudi preprogramiranja in kreiranja soodvisnosti. Ko sem jih smiselno povezal, sem začel preizkušanje senzorjev in konvertiranje podatkov v ustrezen zapis, ki ga lahko medsebojno primerjam in upravljam. Ko sem senzorce prilagodil za uporabo, sem jih namestil v prostore, da so začeli zajemati podatke, ki sem jih potreboval za daljše časovno obdobje.

4.6 Sestava in testiranje delovanja modula za poslovno inteligenco v pametnem domu

Ko so vse naprave delovale in so bile povezane, sem začel z meritvami in opazovanjem. Ko sem opazil nepravilno delovanje ali mogočo izboljšavo, sem se vrnil v predhodne faze in ponovil postopek. Ta postopek se občasno še vedno obnovi za boljše doseganje rezultatov.

Testiranje modula poslovne inteligence se je izkazalo za najbolj zahteven del postavitve modula poslovne inteligence, saj je odvisen od natančnosti definiranja navad uporabnikov in posledično delovanja naprav.

Slika 44: Preprosti scenarij prižiganja in ugašanja vhodne luči

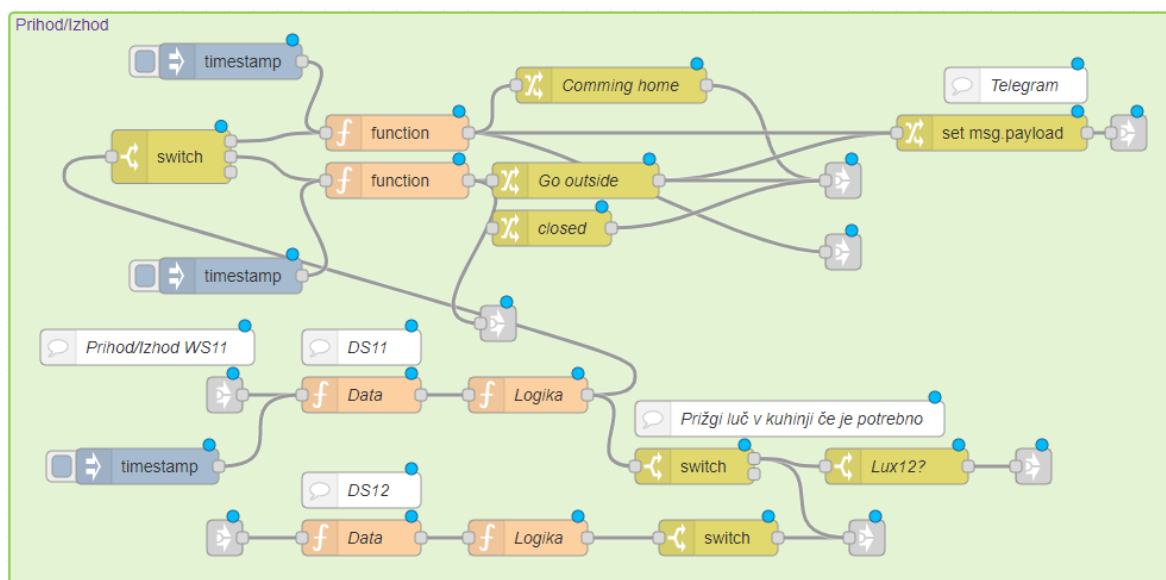


Vir: lastno delo

Slika 44 prikazuje preprosti scenarij prižigavanja in ugašanja vhodne luči. Prostor je sestavljen iz vhodnih vrat imenovanih DS11 in vrat v naslednji prostor DS12. Kmalu sem ugotovil, da je izvedba ugašanja luči lahko veliko zahtevnejša od prižigavanja luči, saj je odvisno od več različnih pogojev, poleg tega pa je treba stanje luči neprestano preverjati zaradi nepredvidenih dejavnikov – prisotnosti v prostoru, nedelujočega sensorja ali odprtih vrat.

Glede na pripravljen scenarij sem pripravil spisek sensorjev, ki jih bom potreboval za rešitev zadanega scenarija. Izkazalo se je, da tu zadoščajo sensorji na vratih, ki poročajo o stanju odpiranja in zapiranja vrat, senzor gibanja in senzor za poročanje stanja luči. Pregled trga in ponudbe je prikazal, da stikala za odkrivanje stanja vrat in senzor gibanja delujeta na tehnologiji zigbee, senzor za odkrivanje prižigavanja luči pa je večinoma povezljiv preko brezžičnega omrežja. Vsi sensorji omogočajo povezovanje po protokolu mqtt, katerega sem uporabil v modulu nodeRED, in katerega del prikazuje slika 45.

Slika 45: NodeRED modul za upravljanje luči



Vir: lastno delo

Dodal sem še potisno obveščanje preko programa Telegram in instantno obvestilo preko zvočnika, ki opozori o novem stanju.

Ko sem sestavil modul, sem prešel na testiranje, ki je pred tem potekalo po pogojih, ki sem si jih sam zastavil, zdaj pa sem moral preveriti pravilnosti svojih zahtev v realnem okolju. Najprej sem preveril delovanje na enem uporabniku, to je meni, ki se je izkazalo kot zanesljivo, saj sem poznal svoje navade, ko pa sem vključil v testiranje tudi ostale uporabnike in možne nepredvidene uporabnike, so se pojavila nova dodatna pravila in sprotne prilagajanje programske kode. Tako sem moral dodati sprotne preverjanje, če je luč ugasnjena, saj se je nemalokrat zgodilo, da je luč gorela tudi takrat, ko drugače ne bi. Tudi

zadrževanje v prostoru je bil dejavnik, ki ga v začetni zasnovi nisem upošteval in zato sem moral dodati senzor gibanja.

5 DISKUSIJA

5.1 Ključne ugotovitve pri implementaciji in delovanju modula poslovne inteligence

Kot ugotavlja Malche in Maheshwary (2017) pametni dom temelji na štirih glavnih funkcijah, in sicer opozarjanju, nadzoru, upravljanju in inteligenci. Medtem ko so se prve tri pokazale, kot relativno preprosto rešljive je umetna inteligenca in s tem povezane rešitve zahtevala več časa, opazovanja in neprestanega popravljanja. Poleg tega zahteva inteligenca tudi določeno časovno obdobje (zgodovinske podatke), ko zajema podatke in tem prilagaja delovanje in ustvarja nova pravila. Opozarjanje se je izkazalo kot preprosto rešljiva funkcija, saj je bilo navadno treba le definirati prave pogoje in aktivirati opozarjanje. Podobno je tudi pri nadzoru, ki je definiran z znanimi spremenljivkami, medtem ko upravljanje lahko naprej delimo na ročno in samodejno upravljanje. Ročno upravljanje lahko samo omogočimo, medtem, ko samodejnega definiramo na vnaprej določenih pogojih. Vse funkcije so se izkazale kot glavne funkcije, ki se uporabljajo v pametnem domu in le inteligenca še ni dosegla polnega razvoja, kar se vidi v orodjih, ki se sproti dopolnjujejo in nadgrajujejo. Vse funkcije lahko delujejo samostojno, a pravo moč pokažejo šele, ko jih povežemo v celoto in izkoriščamo prednosti vsake za doseg boljšega rezultata. Žal se je pokazalo, da vsaka taka rešitev zahteva personaliziran pristop, kar je težko izvedljivo za kakovostne splošne rešitve. To je tudi eden od razlogov, da ponudniki senzorjev ponujajo tudi programsko opremo za njihove naprave, ki ji dodajajo funkcionalnosti, pravila in scene, s katerimi si lahko vsak po željah določene postopke dovolj preprosto personalizira.

Glede varnosti Shouran, Ashari in Priyambod (2019) pravijo, da zaradi pomanjkanja varnostnega mehanizma v napravah interneta stvari mnogi podatki postanejo dostopni tudi izven uporabniškega omrežja, kar se je pokazalo kot resnično in v nekaterih primerih tudi zaskrbljujoče. Moje ugotovitve so bile, da je pri napravah, ki se povezujejo na brezžično omrežje, varnost dostopa do naprav nekako opredeljena z varnostjo omrežja uporabnika. Sicer pa gre pri zigbee napravah tako za senzorje kot tudi aktuatorje, torej je pri teh napravah treba zagotoviti ustrezno varnost. Pri napravah, ki se povezujejo preko omrežja zigbee v lokalni sprejemnik posebne nevarnosti za dostop do upravljanja naprav, nisem zasledil. Aktuatorji, ki so večinoma napetostna stikala, se niso izkazala kot zanesljiva, medtem ko so bili senzorji dobra izbira. Za popolnoma drugačno zgodbo pa so se izkazale naprave RF443/868/915MHz z RF protokolom, ki se uporabljajo večinoma za varnostne ključavnice, odpiranje garažnih vrat in prenos vremenskih podatkov na daljavo. Do prebiranja kod se lahko pride za vse naprave, pošiljanje ukazov pa se nato kljub šifriranju pošilja na aktuatorje. Torej naprave niso zaščitene in jih ni mogoče dodatno zaščititi razen z novjšimi verzijami protokolov.

Vzdrževanje podatkov je tudi ena od stvari, ki predstavlja velik izziv pri varnosti (Dey, Fong, Song & Cho, 2018). Zaradi uporabe poslovne inteligence, ki potrebuje za svoje delovanje velike količine podatkov, je lahko izziv za dostop do podatkov prepuščen ponudniku, če se odločim za ponudnika v oblaku, poskrbeti moram le za varen dostop in prenos podatkov v svoje omrežje. Ker sem se sam že v začetku odločil, da ne bom uporabljal zunanjih ponudnikov in oblačnih storitev, sem za varnost moral poskrbeti sam. Tako je v mojem primeru za varnost dostopa do podatkov poskrbljeno z varnostnimi protokoli za dostop do omrežja, uporabljenimi senzorji in varnostnimi ukrepi lokalnih strežnikov.

Ugotovitev, ki jo je zapisal Jackson (2003), da je cilj pametnega doma systemska integracija naprav, ki morajo delovati učinkovito in uspešno se je pokazala za pravilno, a težko izvedljivo. Glavna težava pri povezovanju vseh naprav je ugotoviti soodvisnosti delovanja in vse dogodke, ki na spremembo delovanja vplivajo. Na primer že preprost primer zapiranja garaže. Garaža se relativno preprosto odpre, ko se približuje avto, a morda se je le pripeljal pred garažo, voznik pa je ni mislil odpreti. Tudi izstop iz garaže je včasih lahko vprašljiv, saj ni nujno, da bodo vsi potniki v vozilu želeli izstopiti iz garaže. To težavo lahko sicer delno rešimo z dodatnim senzorjem gibanja, nameščenim v garaži.

Tako kot večina drugih virov, tudi Wilson, Hargreaves in Hauxwell (2017) ugotavljajo, da je ena glavnih prednosti uporabe pametnega doma prihranek energije, denarja, časa in varnosti. O prihranku energije lahko govorimo, ko je sistem optimiziran in maksimalno avtomatiziran, kar se neposredno odraža tudi pri prihranku časa pri upravljanju naprav. Preostali komponenti denar in varnost pa sta obratno sorazmerno povezani s prvima dvema, saj pomeni večji vložek denarja zaradi postavitve tudi boljše izveden projekt in posledično bolj avtomatiziran in prilagojeno rešitev uporabnikom. Prihranek denarja se lahko oceni šele po daljšem obdobju uporabe popolnoma postavljenega sistema. Varnost se z uporabo več naprav manjša oz. je treba vložiti veliko več časa in napora v zagotavljanje varnosti z dodanimi napravami in pravili. Izkaže se, da o teh komponentah sploh ne moremo govoriti, dokler ni postavljen sistem utečen in preizkušen.

Po opravljeni raziskavi so Wilson, Hargreaves in Hauxwell (2017) prišli do zaključkov, da je uporabnikom interneta stvari pomembna prilagodljivost, uporabniški nadzor, zanesljivost in verodostojnost. Do podobnih ugotovitev sem prišel tudi sam, saj se prilagodljivost pozna pri celotnem postopku od postavljanja senzorjev, pisanja pravil, delovanju in prikazu informacij. Seveda to povzroči tudi nasprotni učinek pri času, saj je zato treba vsak postopek natančno raziskati in ga opisati, da bo pravilno deloval. Uporabniški nadzor je posebej pomemben v primerih, ko bi uporabnik želel nadzirati delovanje drugače, kot je bil prvotno definiran. V vsakem primeru je zelo priporočljivo imeti vzporedno možnost ročnega krmiljenja vseh povezanih naprav, ki se odzivajo neodvisno od zastavljenih pravil. Zanesljivost in verodostojnost pa se pojavita takoj, ko sistem postavimo in preizkusimo, ter izločimo vse napake, ki jih v postavljanju scenarija nismo opazili.

Naslednje področje, ki ni zanemarljivo na področju pametnega doma, so prednosti, ki jih nudi na področju zabave in udobja, kjer Al-Ali, Zualkernan, Rashid, Gupta in Alikarar (2017) ugotavljajo, da pametni dom nudi udobje, preprosto uporabo in nadzor. V obravnavanem primeru so se ta področja izkazala kot največje prednosti pametnega doma. Udobje je povezano s preprosto uporabo, saj več funkcij lahko združimo v eno. To je na primer prižiganje glasbe na določeni jakosti in na določenem programu za vsakega uporabnika posebej ob pogojih, ko pride skozi vrata in ni drugega v prostoru ali pa se kdo že nahaja, kar povzroči drugačno izbiro. Lep pozdrav ob prvem prihodu zjutraj, prižig določenih luči, ko vstopi določena oseba v prostor in so luči ugasnjena, svetloba pa ni zadovoljiva. Prižig hlajenja ali ogrevanja ob pogojih, ki jih postavimo, obveščanje preko zvočnika in samodejno obveščanje o stanjih preko potisnih obvestil. Ob uporabi kamere in prepoznavanja obrazov lahko stopimo še stopničko višje in definiramo osebe, kar povzroči personalizirane izvedbe posameznih napisanih pravil. Vsa pravila lahko tudi preprosto nadziramo in upravljamo preko mobilnega vmesnika.

Trditev Sadique, Rahmani in Johannesson (2018), da uporaba strojnega učenja v internetu stvari raste v vseh sektorjih in da to dodatno zastavlja varnostna vprašanja se izkaže kot zelo resnična in problematična, saj lahko dodatna pogojevanja in analiziranja podatkov na podlagi morebitnih napačnih podatkov iz ogroženih vozlišč privedejo do popolnoma drugačnih rezultatov analize podatkov in logičnega sklepanja, ki na koncu naredi nepredstavljive napake v delovanju pametnega doma. Že manjša diverziteta logičnega sklepanja v medsebojnih soodvisnostih med delovanji senzorjev je namreč povzročila čisto drugačno in večinoma napačno delovanje povezanih naprav.

Kot sta ugotovila tudi Noor in Hassan (2019) bi morala varnostna arhitektura interneta stvari vsebovati tri stopnje naprav, in sicer strojno opremo, komunikacijske povezave in vmesnike. Tudi to se izkaže kot važen dejavnik pri zagotavljanju varnosti, saj vsak senzor ali sprejemnik zaradi brezžičnega povezovanja omogoča nepooblaščen vhod v sistem, kar je še posebej problematično pri različnih senzorjih, ki ne ponujajo posebne zaščite in tudi ne kodirajo podatkov. To je lahko velika težava za poslovne uporabnike, ki imajo več občutljivih podatkov, kot pa domači uporabniki.

Standardizacija naprav pametnega doma je nujna in potrebna (Schlogl & Georgiev, 2018). Področje razvoja pametnega doma z ugotavljanjem novih potreb se že razvija v pravo smer, težava pa je namenska programska oprema, ki zahteva od uporabnika strokovno usposobljenost in bi jo bilo treba standardizirati ali avtomatizirati. Tudi področje zanesljivosti izdelkov je vprašljiva, saj so akcije odvisne od pravilnosti interpretacije zbranih podatkov. Glede varnosti podatkov se je pogled uporabnikov v zadnjih letih spremenil in ni več toliko dvomov, kot jih je bilo pri uvajanju oblačnih storitev. Oblačna shramba za domače uporabnike ni več vprašljiva in za večino ne predstavlja težav, podjetja pa se bodo obrnila k dražjim in zanesljivejšim ponudnikom. Prepogosto objavlanje in reklamiranje pametnega doma kot rešitev, ki bi privarčevalo energijo, pa zna marsikoga razočarati, ko bo zadeve

preizkusil, saj razen nekaj zadev večina niti ne prihrani energije, ampak so bolj namenjeni poenostavitvi, avtomatizaciji procesov in zabavi, medtem ko bi prihranili lahko šele z naprednejšo analitiko in umetno inteligenco, ki bi prilagajala uporabo posameznikom in njihovim navadam. Ta pa, kot sem ugotovil, ni preprosta za implementacijo in je šele na pohodu v pametni dom.

5.2 Zaznane težave pri implementaciji in njihovo odpravljanje

Pri implementaciji se lahko pojavi nemalo težav, ki pa večina izvira iz šibkega signala, ki je onemogočil sprejem signala ali pa je sprejel signal z zamudo, kar je botrovalo k nepravilnemu delovanju postavljenih pravil. Težave so lahko naslednje:

- zigbee stikala so imela prešibak signal in posledično niso pravilno in pravočasno poročala o spremembah stanja. To sem lahko rešil na dva načina, in sicer z močnejšo anteno na sprejemniku, katerega sem namestil na sredino prostora. Kjer še vedno ni bilo zadostnega signala, sem lahko dodal senzor, ki se je vedel kot repetitor in tako podaljšal moč signala,
- zigbee stikala kljub zadostnemu signalu niso pravočasno sporočala stanja. Ugotovil sem, da se je to pojavljalo zaradi prešibke baterije, zato sem zadevo rešil z dodatnim opozarjanjem za zamenjavo baterije. Dodal sem tudi kontrolo v napisana pravila, da so upoštevale možnost slabega signala zaradi baterije,
- ker je večina stikal za električne naprave (luči, ogrevanje, hlajenje, poraba) povezana preko brezžičnega omrežja, se v robnih prostorih, ki so ločeni s stenami, pojavijo težave zaradi prešibkega signala. Šibkejši brezžični signal lahko izboljšamo z močnejšim oddajnikom, repetitorjem ali močnejši anteni na oddajni strani, če senzor to omogoča,
- podobne težave se lahko pojavijo pri wemos modulih, ki delujejo na brezžičnem omrežju, in ker niso vezana na točno določeno lokacijo postavitve, lahko kot rešitev najdemo novo lokacijo ali pa dodamo močnejšo anteno,
- tudi moduli RF443/868/915MHz imajo podobne težave kot ostala brezžična omrežja, in sicer slab domet, kljub teoretično boljšemu sprejemu, a seveda pri odprtem prostoru. Izkaže se, da je že razdalja 20 m z dodatnimi stenami ali železnimi vrati (garaža) lahko problematična za dober sprejem signalov. Tudi to lahko rešim z dodatnimi večjimi antenami ali namestitvijo sprejemnika na primernejše mesto.

Druge težave, ki so se pojavile pri implementaciji, so bile manjkajoče napajanje na stikalih za vrata in okna, ki se napajajo iz omrežja, tako da sem težavo rešil z zamenjavo modulov z moduli zigbee, ki delujejo na baterijo. Rešitev je odpravila tudi drugo težavo, in sicer zakasnitev v delovanju pri brezžičnem signalu, ki je za signalizacijo spremembe stanja neprimerno dolga, saj je trajala več sekund zaradi principa delovanja brezžičnega modula, ki je hranil energijo.

Težava se pojavi tudi pri senzorjih gibanja, ki delujejo na principu zaznavanja gibanja in ne prisotnosti v prostoru, torej ne zaznajo mirujočega človeka ali nekoga, ki pri miru bere ali

spi. Trenutno sem težavo rešil s pravilno postavitvijo senzorja in nastavitvijo primernih časov med ugotovljenima dvema premikoma. To sem lahko rešil le s poskušanjem. Trenutno poskušam rešiti težavo z mikrovalovnim radarskim senzorjem, ko pa bo na voljo možnost z zigbee vmesnikom, bom senzorje gibanja zamenjal s senzorji prisotnosti in upam, da bom s tem rešil nepravilnosti, do katerih prihaja.

5.3 Zaznane težave pri delovanju in njihovo odpravljanje

Pri delovanju so težave neizogibne pri prvih zagonih pravil, saj se vedno najde situacija, ki je nismo predvideli. Pri ohlajevanju prostorov se je nemalokrat zgodilo, da je nekdo odprl okno, kar je predstavljalo neučinkovito porabo energije. Delovanje sem popravil tako, da sem dodal senzorje na vsa okna in vrata in v primeru, da se je spremenilo stanje oken, preveril delovanje klimatske naprave. Če je delovala, se je ugasnila in se čez čas, ko se je okno zaprlo, spet prižgala, pod pogojem, da je bil še kdo v prostoru in so temperature še vedno v mejah, ko naj bi se prostor ohlajal.

Težava so povzročile tudi električna garažna vrata, ki se občasno ne zaprejo popolnoma. To sem lahko rešil s senzorjem gibanja, ki je preveril, ali je še kdo v prostoru in zakasnitvi, ki je preverila, ali so vrata še vedno delno odprta kljub temu, da bi morala biti v vsakem primeru zaprta, zato sem dodal zanko, ki po določenih časovnih obdobjih opozori prisotnega, da so vrata odprta že določen čas. Obveščanje je izvedeno preko zvočnika, če pa ni nobeden prisoten v prostorih pa s potisnimi sporočili definirani osebi. Omogočeno pa je tudi samodejno zapiranje vrat po določenem časovnem obdobju.

V primeru izpada elektrike, ko se je strežnik ponovno zagnal, je programski del čakal na nove podatke iz senzorjev, ki so prihajali ob različnih časovnih obdobjih, odvisno od tehnologije in nastavljenega osveževanja. Zadevo sem rešil tako, da sem takoj, ko se je sistem pognal sprožil signale za pošiljanje zadnjega stanja in tako dobil vzpostavljeno zadnje delujoče stanje s posodobljenimi podatki.

Zaradi obilice programske opreme in velike količine podatkov, ki se obdelujejo hkrati, sem postavil več strežnikov, ki so si porazdelili delo. Prvi strežnik prestreza podatke oz. senzorjev in jih predeluje v meni primerno obliko, drugi senzor izvaja logične obdelave, preračunavanja in izvaja potrebne akcije, tretji strežnik pa prikazuje podatke na nadzornih ploščah in omogoča ročno upravljanje. Obremenjenost strežnikov se sicer lahko zmanjša tudi z zmanjšanjem časov osveževanja s senzorjev.

Težave so se pojavile tudi pri delovanju zaradi zakasnitve prejemanja signala sprememb stanj. Enega od vzrokov za počasnejše delovanje, to je prenizka napetost napajanja sem odpravil z dodajanjem nadzora baterije v programsko kodo, kjer se izvedba zanke spremeni, če je zaznana nizka napetost ali slab signal senzorja. Hkrati pošlje vmesnik tudi obvestilo skrbniku sistema, da je treba preveriti določen senzor.

Zaradi množenja podatkov interneta stvari sem po krajšem obdobju ugotovil, da morda ni smotrno hraniti vseh podatkov od prvega dneva dalje. Prilagodil sem hranjenje podatkov na spremembe, torej če je temperatura 2 uri enaka 25 °C, potem sem zapisal samo spremembo, torej dva podatka in ne podatek vsakih 60 sekund, kot je sprogramiran senzor. Kljub prilagoditvam sem se odločil tudi za povečanje shrambe podatkov, ker predvidevam, da bom šele po nekaj letih ugotovil s primerjanjem podatkov, kakšne so soodvisnosti določenih dogodkov.

Glasovno upravljanje preko pomočnika Google ali Alexe je trenutno na našem trgu nepodprto in zato deluje omejeno. Tudi glasovno upravljanje ne prepozna slovenščine, zato se je treba znajti in najti prehodno rešitev. Z obstoječima pomočnikoma lahko pripravimo ukaze po meri, lahko pa tudi uporabimo odprtokodne pomočnike, kot sta na primer Mycroft (<https://github.com/MycroftAI>) ali Jasper (<https://jasperproject.github.io/>).

5.4 Pomen ugotovitev za podjetja in domače uporabnike

Raziskava je potrdila več zastavljenih predpostavk, ki sem si jih zadal na začetku projekta. Izvedba zasebnega okolja interneta stvari je možna in deluje zadovoljivo, problemi pa se pojavijo na začetku začrtane poti, in sicer pri pripravi scenarija in izgradnje možne rešitve. Zelo težko oz. skoraj nemogoče se mi zdi pri popolni avtomatizaciji doma predpostaviti vse možne primere uporabe naprav in opreme v prostoru. Nekaj osnovnih poenostavitvev procesov in logike je tisto, kar je izvedljivo in ne zahteva veliko časa in znanja, prilagajanje uporabnikom in prihranki energije pa bi se opazili šele ob uporabi umetne inteligence, ki bi se učila na navadah uporabnikov. To je področje, ki bo v naslednjih letih prevzelo glavno nit razvoja pri pametnem domu, poleg združevanja ponudnikov senzorjev in stikal.

Težava različnih proizvajalcev se da preprosto zaobiti z nekaj rešitvami po meri. Tako se izognemo proizvajalčevega vozlišča, kot so npr. Xiaomi Hub, Sonoff Hub, Samsung Smart Things Hub in drugi. Posledično to pomeni, da ni potrebe po uporabi proizvajalčevega namenskega programa in njihovega oblaka. Ker uporabimo svoje podatkovne baze in svoje namenske programe pridobimo tudi na varnosti, ker ni nujno, da se odpremo v svet, oz. odpremo samo določene programe, ki so nadzorni in ne upravljalni. Po potrebi naredimo namenske vmesnike in jih zaščitimo za dostop iz interneta, vsi scenariji pa se izvajajo lokalno z največjo možno varnostjo.

Uporabljeni senzori različnih proizvajalcev so se izkazali kot zelo zanesljivi, saj ko so bili enkrat povezani v omrežje, z njimi ni bilo več težav. Poročali so o stanjih, jaz pa sem pridobljena stanja v namenskih programih spremenil v primerno obliko.

Izkušnje kažejo, da bi se domači uporabniki navadno raje usmerili v področje zabave, kot je na primer upravljanje avdiovizualnih naprav, poslovni uporabniki pa v smer poenostavljanja

procesov, ki bi prihranili energijo, zmanjšali obseg dela v podjetju, alarmiranja in obveščanja, kar je na primer ugašanje računalnikov in zaslonov, ko niso v uporabi in hlajenje in gretje prostorov ter s področja alarmiranja in obveščanja opozorila za prihode, odhode, vlomljena vrata ali okna in avtomatsko vodenje evidence prisotnosti.

Popolna avtomatizacija naprav se izkaže kot zelo težko izvedljiva, saj vsi uporabniki nimajo enakih navad, zato je bolje razmišljati o hitrem odzivu pri vkapljanju naprav, kjer je lažje predvideti položaje in možnost ročnega izklopa oz. časovni nadzor z zanesljivimi časovnimi zamiki, v primeru, da ročni izklop ni bil izveden.

Preprosta splošna rešitev za posameznike je izvedljiva s senzorji in vozlišči, težko pa je izvedljiva priprava predvidenega scenarija, po katerem se bodo stvari obnašale. Trenutni ponudniki ponujajo točno to: vozlišče s senzorji in programsko opremo praviloma v oblaku, ki omogoča določanje scenarijev in pravil, katera pa moramo postaviti sami. Tu je rešitev vedno enaka: več časa bomo pripravljene vložiti v pripravo scenarijev, boljša bo rešitev. Brez vključitve umetne inteligence pa ne vidim prave preproste rešitve, ki bi bila lahko univerzalna.

5.5 Omejitve raziskave in priporočila za nadaljnje delo

Glavna omejitev in vodilo raziskave je bilo pripraviti pametni dom s cenovno sprejemljivi produkti, kar je sicer zožilo izbor produktov, a tudi poenostavilo izdelavo.

Druga omejitev se nanaša na izogibanje ponudnikovih namenskih oblačnih programov, ker ima to lahko več različnih posledic:

- v večini primerov to pomeni vezavo na izdelke, katere proizvajalec podpira, saj večina proizvajalcev podpira le svoje izdelke. Podpiranje več različnih proizvajalcev si lahko privoščijo le veliki igralci,
- s tem izgubim preprosto sestavo scenarijev, kjer je vse že skoraj pripravljeno, a nezdržljivo z drugimi proizvajalci,
- velika podjetja (npr. Google, Samsung) zdaj že nekaj časa omogočajo izbiro drugih proizvajalcev, a je uporaba namenskih programov zapletena in neprilagodljiva.

Kot omenjeno, shranjevanje podatkov v oblaku v konkretnem primeru ni bilo predvideno, obstoječa programska oprema je morala biti odprtokodna in je morala podpirati največ različnih produktov.

Če bi se izkazalo, da izbrane naprave ne služijo svojemu namenu v zadostni meri, je mogoče posamezne senzorje zamenjati z dražjimi, kakovostnejšimi ali varnejšimi.

Nadaljnje delo predvideva razvoj programske opreme na področju analitike in umetne inteligence, saj je bil takšen razvoj v okviru magistrskega dela le nakazan. Uporaba takšne

opreme bi bistveno prispevala k prenosljivosti in uporabnosti rešitve. Postavitev pa je prilagodljiva in preprosto nadgradljiva za nadaljevanje raziskave.

SKLEP

V delu sem pregledal strokovno literaturo s področja interneta stvari, pametnega doma in poslovne inteligence. Vsa področja so zelo obsežna in večinoma ne enoumno opredeljena, saj so področja še vedno aktualna in se z razvojem tehnologije hitro spreminjajo in prilagajajo novim rešitvam, ki se pojavijo na trgu. Internetne stvari so splošno uporabne in nikakor niso namenjene le enemu področju, saj se isti senzorji in aktuatorji pojavljajo tako v pametnem domu, zabavni industriji, novih »pametnih« avtomobilih, zdravstveni negi in še marsikje. Tudi za pametni dom težko rečemo, da je samostojno ali ločeno področje za internetne stvari, saj se prepleta tako z zdravstvom in pametnimi avtomobili. Del zabavne industrije je pa že leta ena od velikih komponent pametnega doma. Pri poslovni inteligenci težko govorimo o samostojnih področjih uporabe, saj je poslovna inteligenca tista, ki povezuje vsa področja uporabe interneta stvari med seboj.

Primer uporabe poslovne inteligence v pametnem domu je le del možne uporabe in se lahko razvija v odvisnosti od nastajajočih potreb in priložnosti. Uporaba internetnih stvari v projektu, predstavljenem v mojem magistrskem delu, je vodila iz osnovne predpostavke, in sicer, da se uporabijo univerzalni senzorji, ki jih bomo lahko uporabili brez vmesnega oblaka proizvajalca, kar se je sicer izkazalo kot preprosto izvedljivo, a je prispevalo k dodatnemu programiranju in administriranju komponent. Zaradi pomanjkanja ponudbe različnih senzorjev pri določenem proizvajalcu je potrebno združevati različne tehnologije in različne protokole, kjer pa se je rešitev s protokolom mqtt in NodeRED programsko opremo izkazala kot zelo dobra rešitev, ki je omogočila združevanje podatkov na standardni zapis, ki jih je bilo nato preprostejše nadzirati in upravljati. Tu je bila le ena zahteva, in sicer preprogramiranje senzorjev, kar sicer ni neizvedljivo, potrebuje pa nekaj iznajdljivosti in znanja programiranja in elektronike.

Izkazalo se je, da sta zanesljivost in varnost razvitega sistema na zadovoljivi rani. Varnost je najbolj odvisna od varnosti internetnega omrežja, težave pa se lahko pojavijo pri naključnih obiskovalcih, ki lahko zelo preprosto ponastavijo napravo ali pa jo prestavijo na drugo lokacijo.

Pomembna ugotovitev za postavitev pametnega doma, ki izhaja iz predstavljenega projekta je, da je treba k fazam planiranja, oblikovanja in izgradnje pristopiti nadvse previdno in natančno določiti parametre, ter se tudi po implementaciji večkrat vrniti in obnoviti vse točke načrtovanja projekta, in sicer od tega katere senzorje in kje uporabiti pa vse do tega, katere parametre in v kakšnih soodvisnostih uporabljati.

Postavitev projekta je strojno izvedljiva in se lahko nadgrajuje neodvisno za določena področja, medtem ko je treba programske rešitve in pogoje za vsak primer posebej definirati na novo.

LITERATURA IN VIRI

1. Alaa, M., Zaidan, A. A., Zaidan, B. B., Talal, M., & Kiah, M. L. (2017). A review of smart home applications based on Internet of Things. *ELSEVIER, Journal of Network and Computer Applications*. 97, str. 48-65. Pridobljeno 1. aprila 2022 iz <https://dlnext.acm.org/doi/10.1016/j.jnca.2017.08.017>
2. Al-Ali, A., Zualkernan, I. A., Rashid, M., Gupta, R., & Alikarar, M. (2017). A smart home energy management system using IoT and big data analytics approach. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*. 63(4), str. 426-434. Pridobljeno 6. aprila 2022 iz <https://www.sciencegate.app/document/10.1109/tce.2017.015014>
3. Alhalafi, N., & Veeraraghavan, P. (2019). Privacy and Security Challenges and Solutions in IOT: A review. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, (str. 5). Pridobljeno 7. marca 2022 iz <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/322/1/012013/pdf>
4. Alkharouf, N. W., Jamison, D. C., & Matthews, B. F. (2005). Online Analytical Processing (OLAP): A Fast and Effective Data Mining Tools for Gene Expression Databases. *National Library of Medicine*. Pridobljeno 06. aprila 2022
5. Allam, S. (2017). Exploratory Study for Big Data Visualization in the Internet of Things. *SSRN*. Pridobljeno 16. marca 2022 iz https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3821186
6. Anderson, J. (2017). Visualisation of data from IoT systems: A case study of a prototyping tool for data visualisations. *Digitala Vetenskapliga Arkivet*. Pridobljeno 13. marca 2022 iz <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1113469/FULLTEXT01.pdf>
7. Aziz, F. B., Chalup, S., & Juniper, J. (April 2019). Big Data in IoT Systems. *ResearchGate*. Pridobljeno 01. maja 2022 iz https://www.researchgate.net/publication/332831879_Big_Data_in_IoT_Systems
8. Bi, Z., & Cochran, D. (20. december 2014). *Journal of Management Analytics*. Big data analytics with applications, str. 249-265. Pridobljeno 4. januarja 2022 iz https://www.researchgate.net/publication/273961581_Big_data_analytics_with_applications
9. Bordeleau, F.-E., Mosconi, E., & Santa-Eulalia, L. A. (2018). Business Intelligence in Industry 4.0: State of the art and research opportunities. *Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences*, (str. 3944-3953). Pridobljeno 12. junija 2022 iz <https://scholarspace.manoa.hawaii.edu/handle/10125/50383>
10. Bregman, D. (januar 2010). Smart Home Intelligence - The eHome that Learns. *International Journal of Smart Home*, 4(4), 35-46. Pridobljeno 3. februarja 2022 iz

- https://www.researchgate.net/publication/291837597_Smart_home_intelligence_-_The_eHome_that_learns
11. Bugeja, J. (2021). On Privacy and Security in Smart Connected Homes. Holmbergs, Malmo. Pridobljeno 7. februarja 2022 iz https://www.researchgate.net/publication/349297209_On_Privacy_and_Security_in_Smart_Connected_Homes_Part_I
 12. Davis, C. K. (6. 11 2014). Beyond data and analysis. Communications of the ACM, 57, str. 39-41. Pridobljeno 17. maja 2022 iz <https://dl.acm.org/doi/10.1145/2602326>
 13. Devens, R. M. (1865). An Edition of Cyclopædia of commercial and business anecdotes. Open Library. Pridobljeno 22. aprila 2022 iz https://openlibrary.org/books/OL23386542M/Cyclop%C3%A6dia_of_commercial_and_business_anecdotes
 14. Dey, N., Fong, S., Song, W., & Cho, K. (2018). Forecasting Energy Consumption from Smart Home Sensor Network by Deep Learning. Singapore: Springer. Pridobljeno 17. aprila 2022 iz <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-13-1423-0>
 15. Domb, M. (2019). Chapter 3: Smart Home Systems Based on Internet of Things. V Y. Ismail, Internet of Things (IoT) for Automated and Smart Applications (str. 25-37). London: IntechOpen.
 16. Dondero, J. (2017). The Energy Wise Home: Practical Ideas for Saving Energy, Money, and the Planet. USA: Rowman & Littlefield.
 17. El-Adaileh, N. A., & Foster, S. (18. oktober 2019). Successful business intelligence implementation: a systematic literature review. Journal of Work-Applied Management, 121-132. Pridobljeno 12. marca 2022 iz <https://www.emerald.com/insight/publication/issn/2205-2062>
 18. El-Azab, R. (junij 2021). Smart homes: potentials and challenges. Clean Energy, str. 302-315. Pridobljeno 4. aprila 2022 iz <https://academic.oup.com/ce/article/5/2/302/6294582>
 19. El-Sappagh, S. H., Hendawi, A. M., & Bastawissy, A. H. (julij 2011). A proposed model for data warehouse ETL processes. Journal of King Saud University - Computer and Information Science, 91-104. Pridobljeno 14. januarja 2022 iz <https://dl.acm.org/doi/10.1016/j.jksuci.2011.05.005>
 20. Fahad, S., Baker, Z. B., Mithun, A. M., & Yafooz, W. (2019). Business Intelligence Through Big Data Analytics, Data Mining and Machine Learning. Data Management, Analytics and Innovation (str. 217-230). Singapore: Springer. Pridobljeno 1. februarja 2022 iz https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-13-9364-8_17
 21. FineReports. (30. oktober 2021). BI Reporting: Tools, Definition, Purposes & Benefits. FineReports. Pridobljeno 17. marca 2022 iz https://www.finereport.com/en/bi-tools/bi-reporting.html#2_What_is_BI_Reporting

22. Foote, K. D. (14. september 2017). A Brief History of Business Intelligence. Dataversity. Pridobljeno 12. januarja 2022 iz <https://www.dataversity.net/brief-history-business-intelligence/#:~:text=In%201865%2C%20Richard%20Millar%20Devens%20presented%20the%20phrase,article%20was%20written%20by%20an%20IBM%20computer%20>
23. Gartner. (2013). Analytics and Business Intelligence (ABI). Pridobljeno 14. februarja 2022 iz <http://www.gartner.com/it-glossary/business-intelligence-bi/>
24. Gartner. (10. oktober 2021). Analytics and Business Intelligence (ABI). Garner Glossary. Pridobljeno 11. februarja 2022 iz <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/business-intelligence-bi>
25. Goel, P. (11. januar 2022). 5 Steps to Connect Business Intelligence to IoT Solutions. iot for all. Pridobljeno 01. marca 2022 iz <https://www.iotforall.com/5-steps-to-connect-business-intelligence-to-iot-solutions>
26. Gul, M., Jamaludin, I., Zeeshan, B., & Ahmad, W. (2014). Business Intelligence as a Knowledge Management Tool in Providing Financial Consultancy Services. American Journal of Information Systems, Vol.2, No.2, 26-32. Pridobljeno 02. februarja 2022 iz <http://pubs.sciepub.com/ajis/2/2/1/ajis-2-2-1.pdf>
27. Hassan, Q. (2018). Internet Things A to Z. New Jersey: Wiley & Sons. Pridobljeno 11. januarja 2022 iz <https://doi.org/10.1002/9781119456735.fmatter>
28. Hayes, A., Stapleton, C., & Kvilhaug, S. (10. januar 2022). Investopedia. Smart Home. Pridobljeno 22. marca 2022 iz <https://www.investopedia.com/terms/s/smart-home.asp>
29. Holst, A. (2020). Number of Internet of Things (IoT) connected devices worldwide from 2019 to 2030. statista. Pridobljeno 01. maja 2022 iz <https://www.statista.com/statistics/1183457/iot-connected-devices-worldwide/>
30. Humphries, D. (2014). Business Intelligence Software Buyer Report – 2014. Software Advice. Pridobljeno 01. januarja 2022 iz <https://www.softwareadvice.com/resources/bi-buyer-report-2014/>
31. IEEE. (2022). Advanced Technology for Humanity. IEEE. Pridobljeno 05. aprila 2022 iz <https://www.ieee.org/>
32. Jackson, A. L. (2003). Integrating the Smart Home and Its Owner. Cincinnati: integratorpro.
33. Kapachovets, O. (2021). How to Make a Home Automation App for Smart Home Control. ProCoders. Pridobljeno 12. januarja 2022 iz <https://procoders.tech/blog/smart-home-automation-app-development/>
34. Khan, H. U., Khan, S., Alomari, M., & Nazir, S. (2021). Systematic Analysis of Safety and Security Risks in Smart Homes. Computers, Materials and Continua. Pridobljeno 01. marca 2022 iz https://www.researchgate.net/publication/350451905_Systematic_Analysis_of_Safety_and_Security_Risks_in_Smart_Homes

35. Khare, S., & Totaro, M. (2019). Big Data in IoT. 2019 10th International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies (ICCCNT). Kanpur, India: IEEE Xplore. Pridobljeno 4. januarja 2022 iz <https://ieeexplore.ieee.org/document/8944495>
36. Kim, M. J., Cho, M. E., & Jun, H. J. (2020). Developing Design Solutions for Smart Homes Through User-Centered Scenarios. *Frontiers in Psychology*. Pridobljeno 15. februarja 2022 iz <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00335>
37. Limp, P. (2021). Exploring the History of Business Intelligence. *Project Managers*. Pridobljeno 6. januarja 2022 iz <https://www.toptal.com/project-managers/it/history-of-business-intelligence>
38. Lindsay, G., Woods, B., & Corman, J. (2016). *Smart Homes and the Internet of Things*. Washington: Atlantic Council. Pridobljeno 16. februarja 2022 iz https://www.atlanticcouncil.org/wp-content/uploads/2016/03/Smart_Homes_0317_web.pdf
39. Linkous, L., Zohrabi, N., & Abdelwahed, S. (2019). Health Monitoring in Smart Homes Utilizing Internet of Things. Arlington: IEEE. Pridobljeno 1. januarja 2022 iz <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8908641/authors#authors>
40. Litoussia, M., Kannouf, N., Makkaouic, K. E., Ezzati, A., & Fartitchou, M. (2020). IoT security: challenges and countermeasures. *The 7th International Symposium on Emerging Information, Communication and Networks* (str. 503-508). Madeira: Elsevier. Pridobljeno 2. februarja 2022 iz <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1877050920323395?token=8BB8DAD3DCA0AFF2D4C10BB6388587BA02E4C93468D531C2F1CE1323E6FF1E942A98FD40D4B3A8477DA94AB0B4A16BBC&originRegion=eu-west-1&originCreation=20220412221942>
41. Luhn, H. P. (1958). A Business Intelligence System. *IBM Journal*. Pridobljeno 26. januarja 2022 iz <http://altaplana.com/ibm-luhn58-BusinessIntelligence.pdf>
42. Madakam, S. (avgust 2015). Internet of Things: Smart Things. *International Journal of Future Computer and Communication*, 4, str. 250-253. Pridobljeno 13. februarja 2022 iz https://www.researchgate.net/publication/280830675_Internet_of_Things_Smart_Things
43. Malche, T., & Maheshwary, P. (2017). Internet of Things (IoT) for building Smart Home System. *International conference on I-SMAC*, (str. 65-70). Pridobljeno 7. januarja 2022 iz <https://ieeexplore.ieee.org/document/8058258>
44. Mattern, F., & Floerkemeier, C. (2010). From the Internet of Computers to the Internet of Things. *Active Data Management to Event-Based Systems and More, Lecture Notes in Computer Science*, vol 6462, 242-259. Pridobljeno 3. marca 2022 iz https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-17226-7_15
45. Mayne, D. (27. marec 2021). How Integrators Can Use AI, Analytics to Expand Revenue From Smart Home Installs. *CEPro*. Pridobljeno 23. januarja 2022 iz

- <https://www.cepro.com/control/integrators-can-use-ai-analytics-expand-revenue-smart-home-installs/>
46. MIKROE. (2016). Time-saving embedded tools. What is RFID? Pridobljeno 12. aprila 2022 iz <https://www.mikroe.com/blog/what-is-rfid>
 47. Minerva, R., Biru, A., & Rotondi, D. (2015). Towards a definition of the Internet of Things (IoT). IEEE. Pridobljeno 15. januarja 2022 iz https://iot.ieee.org/images/files/pdf/IEEE_IoT_Towards_Definition_Internet_of_Things_Revision1_27MAY15.pdf
 48. Mishra, N. (2017). In-network Distributed Analytics on Data-centric IoT Network for BI-service Applications. *International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology*, 2, str. 547-552. Pridobljeno 3. februarja 2022 iz https://www.researchgate.net/profile/Nilamadhab-Mishra-2/publication/320166312_In-network_Distributed_Analytics_on_Data-centric_IoT_Network_for_BI-service_Applications/links/5adf2d54aca272fdaf896501/In-network-Distributed-Analytics-on-Data-centric-IoT-Net
 49. Mordor Intelligence. (2020). Internet of Things (IoT) Market - Growth, Trends, Covid-19 Impact, and Forecasts (2021 - 2026). Pridobljeno 11. maja 2022 iz <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/internet-of-things-moving-towards-a-smarter-tomorrow-market-industry>
 50. Moss, L. T., & Atre, S. (2003). *Business Intelligence Roadmap: The Complete Project Lifecycle for Decision-Support Applications*. Boston: Addison Wesley.
 51. Noor, M., & Hassan, W. (2019). Current research on Internet of Things (IoT) security: A survey. *Computer Network*, str. 283-294. Pridobljeno 8. januarja 2022 iz <https://www.ashpublications.org.sci-hub.se/10.1016/j.comnet.2018.11.025>
 52. Pan, Z., Liang, X., Zhou, Y. C., Ge, Y., & Zhao, G. T. (2015). Intelligent Push Notification for Converged Mobile Computing and Internet of Things. *IEEE Xplore*, str. 655-662. Pridobljeno 3. februarja 2022 iz <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7195627/authors#authors>
 53. Peddoju, S. K., & Upadhyay, H. (04. marec 2020). Evaluation of IoT Data Visualization Tools and Techniques. *Data Visualization*, str. 115-139. Pridobljeno 5. aprila 2022 iz https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-15-2282-6_7
 54. Perry, T. (17. november 2021). The Definitive History Of Smart Home Devices. *Smart Home Point*. Pridobljeno 1. marca 2022 iz <https://www.smarthomepoint.com/history/>
 55. Pradeep, K., & Nallapaneni, M. (2018). The Internet of Things: Insights into the building blocks, component interactions, and architecture layers. *Elsevier*, 132, 109-117. Pridobljeno 2. marca 2022 iz https://www.researchgate.net/publication/325657471_The_Internet_of_Things_Insights_into_the_building_blocks_component_interactions_and_architecture_layers
 56. Protopsaltis, A., Sarigiannidis, P., Margounakis, D., & Lytos, A. (2020). *Data Visualization in Internet of Things: Tools, Methodologies, and Challenges*. ARES

- '20, (str. 1-11). Pridobljeno 2. februarja 2022 iz https://www.researchgate.net/publication/343935293_Data_Visualization_in_Internet_of_Things_Tools_Methodologies_and_Challenges
57. Ram, J., Zhang, C., & Koronios, A. (2016). The implications of Big Data analytics on Business Intelligence: A qualitative study in China. Elsevier. Pridobljeno 4. januarja 2022 iz <http://www.sciencedirect.com>
 58. Ricquebourg, V., Durand, D., Menga, D., & Marhic, B. (2007). The Smart Home Concept: our immediate future. IEEE. 2006 1ST IEEE International Conference on E-Learning in Industrial Electronics. Pridobljeno 3. februarja 2022 iz <https://ieeexplore.ieee.org/document/4152762>
 59. Roberto Minerva, A. B. (27. maj 2015). Towards a definition of the Internet of Things (IoT). IEEE. Pridobljeno iz https://iot.ieee.org/images/files/pdf/IEEE_IoT_Towards_Definition_Internet_of_Things_Revision1_27MAY15.pdf
 60. Romero, C. A., Khalaf, O. I., & Prado, A. R. (2021). Business Intelligence: Business Evolution after Industry 4.0. MDPI. Pridobljeno 3. januarja 2022 iz https://www.researchgate.net/publication/354444252_Business_Intelligence_Business_Evolution_after_Industry_40
 61. Rose, K., Eldridge, S., & Chapin, L. (2015). The Internet of Things: An Overview. Semantic Scholar. The Internet Society (ISOC). Pridobljeno iz <https://www.semanticscholar.org/paper/THE-INTERNET-OF-THINGS-%3A-AN-OVERVIEW-Understanding-Rose-Eldridge/be5012a06734594bf3d06a0563c9c7619e5d906e>
 62. Sadique, K. M., Rahmani, R., & Johannesson, P. (2018). Towards Security on Internet of Things: Applications and Challenges in Technology. The 9th International Conference on Emerging Ubiquitous Systems and Pervasive Networks (str. 199-206). Stockholm: Elsevier. Pridobljeno 3. januarja 2022 iz [https://pdf.sciencedirectassets.com/280203/1-s2.0-S1877050918X00180/1-s2.0-S1877050918318180/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEKf%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLWVhc3QtMSJIMEYCIQCKSmB1jK4aucoRLOG%2F%2FYQSPq1yj6lZGeD%2FnieEYjw5OAIhAK0MV0](https://pdf.sciencedirectassets.com/280203/1-s2.0-S1877050918X00180/1-s2.0-S1877050918318180/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEKf%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLWVhc3QtMSJIMEYCIQCKSmB1jK4aucoRLOG%2F%2FYQSPq1yj6lZGeD%2FnieEYjw5OAIhAK0MV0)
 63. Schlogl, S., & Georgiev, A. (2018). Smart Home Technology: An Exploration of End User Perceptions. ResearchGate, (str. 64-78). Innsbruck. Pridobljeno 4. januarja 2022 iz https://www.researchgate.net/publication/327136969_Smart_Home_Technology_An_Exploration_of_End_User_Perceptions
 64. Sharda, R., Delen, D., & Turban, E. (2013). Business Intelligence: A Managerial Perspective on Analytics. New Jersey: Pearson Education Limited.
 65. Sharda, R., Delen, D., & Turban, E. (2015). Business Intelligence and Analytics: Systems for Decision Support (10 izd.). New Jersey: Pearson Education Limited.

66. Sharda, R., Delen, D., & Turban, E. (2018). *Business Intelligence, Analytics and Data Science: A Managerial Perspective* (4 izd.). New Jersey: Pearson Education Limited.
67. Shouran, Z., Ashari, A., & Priyambod, T. (2019). Internet of Things (IoT) of Smart Home: Privacy and Security. *International Journal of Computer Applications*, 39, str. 3-8. Pridobljeno 4. januarja 2022 iz <https://www.ijcaonline.org/archives/volume182/number39/30347-2019918450>
68. Singh, S., & Malhotra, S. (maj 2011). Data Warehouse and its methods. *Journal of Global Research in Computer Science*, 5, str. 113-115. Pridobljeno 6. januarja 2022 iz <https://www.rroij.com/open-access/data-warehouse-and-its-methods-113-115.pdf>
69. Solaimani, S., Keijzer-Broers, W., & Bouwman, H. (2015). What we do – and don't – know about the Smart Home: An analysis of the Smart Home literature. *Indoor and Build Environment*, 370-383. Pridobljeno 6. marca 2022 iz https://www.academia.edu/12443856/What_we_do_and_don_t_know_about_the_Smart_Home_An_analysis_of_the_Smart_Home_literature
70. Suryadevara, N. K., & Chandra, S. (2015). *Smart Homes: Design, Implementation and Issues*. Švica: Springer.
71. Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (16. september 2003). Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. *Wiley Online Library*. Pridobljeno 7. marca 2022 iz <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1467-8551.00375>
72. Turban, E., Sharda, R., Delen, D., King, D., & Aronson, J. E. (2010). *Business Intelligence; A Managerial Approach* (2 izd.). New Jersey: Prentice Hall.
73. Vossen, G. (2014). Big data as the new enabler in business and other intelligence. *Vietnam Journal of Computer Science*, 3-14. Pridobljeno 5. marca 2022 iz <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs40595-013-0001-6.pdf>
74. Wikipedia. (2021). Robert Watson-Watt. Pridobljeno 17. aprila 2022 iz https://en.wikipedia.org/wiki/Robert_Watson-Watt
75. Wikipedia. (2022). OASIS (organisation). Pridobljeno 01. aprila 2022 iz [https://en.wikipedia.org/wiki/OASIS_\(organization\)](https://en.wikipedia.org/wiki/OASIS_(organization))
76. Wilson, C., Hargreaves, T., & Hauxwell, R. B. (2017). Benefits and risks of smart home technologies. *ScienceDirect*. str. 72-83. Pridobljeno 7. aprila 2022 iz <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.12.047>
77. Yuen, M.-C., Chu, S. Y., Chu, W. H., Cheng, H. S., Ng, H. L., & Yuen, S. P. (2018). A low-cost IoT smart home system. *International Journal of Engineering & Technology (UAE)*, 3143-3147. Pridobljeno 17. maja 2022 iz https://www.researchgate.net/publication/329573555_A_low-cost_IoT_smart_home_system
78. Yulianto, A. A. (2019). Extract transform load (ETL) process in distributed database academic data warehouse. *APTICOM Journal on Computer Science and Information Technologies*, 61-68. Pridobljeno 6. maja 2022 iz <http://aptikomjournal.com/index.php/CSIT/article/view/36>

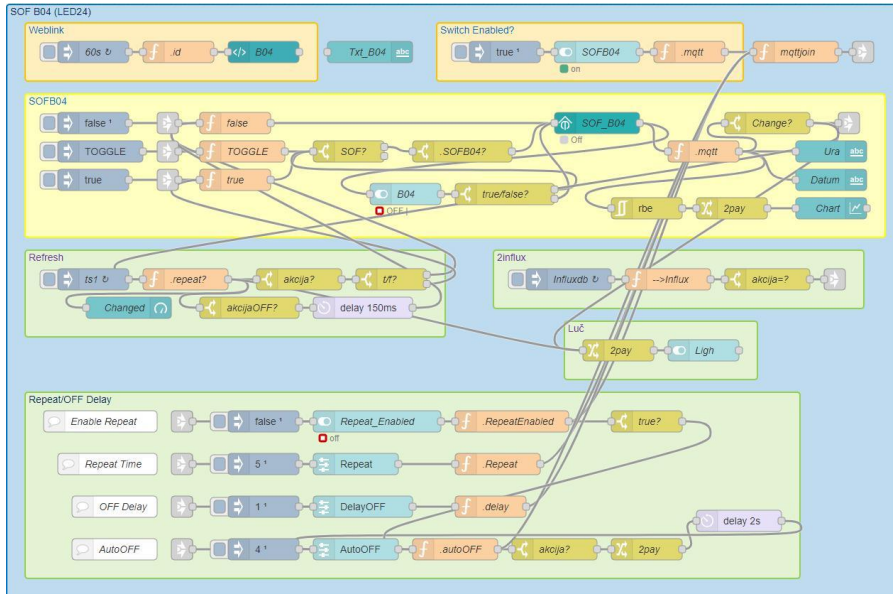
79. Zeus Integrated Systems. (2019). A Brief History of Smart Home Automation. Pridobljeno 16. aprila 2022 iz <https://zeusintegrated.com/blog/item/a-brief-history-of-smart-home-automation>

PRILOGA

Priloga 1: Primeri programiranja v programski rešitvi NodeRED in Domoticz.

Primer NodeRED poteka za stikalo Sonoff

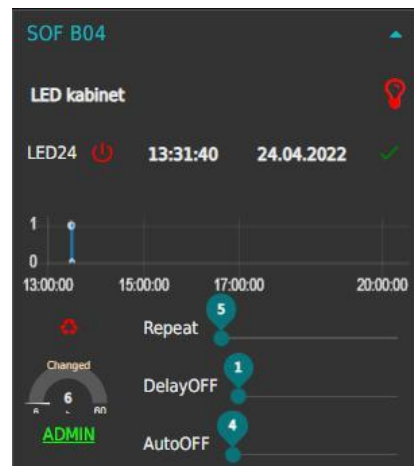
Programski del:



Del kode funkcije »autoOFF«:

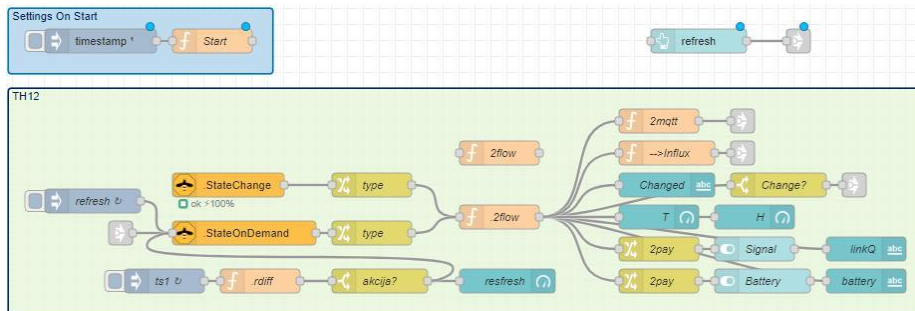
```
1 //spremeni
2 var name="SOFB04";
3 //spremeni
4 var f_autoOFF=name+"_autoOFF";
5 var f_autoOFFmin=name+"_autoOFFmin";
6 var f_delayOFF=name+"_delayOFF";
7 var f_delayOFFmin=name+"_delayOFFmin";
8 var f_repeatEnabled=name+"_repeatEnabled";
9 var f_repeatEnabled=name+"_repeatEnabled";
10
11 var RepeatEnabled=flow.get(f_RepeatEnabled);
12
13 var autoOFFmin=Number(msg.payload); //minut
14 var autoOFF=Number((autoOFFmin*60).toFixed(0)); //sekund
15
16 var delayOFFmin=Number(flow.get(f_delayOFFmin))||autoOFFmin;
17 var delayOFF=Number(delayOFFmin*60);
18
19 var akcija=msg;
20 if (RepeatEnabled===true){
21   if (autoOFFmin){
22     if (autoOFFmin>delayOFFmin){
23       autoOFFmin=delayOFFmin;
24       autoOFF=delayOFF;
25     }
26   }
27 }
28
29 autoOFF=Number((Number(autoOFFmin*60)).toFixed(0));
30
31 flow.set(f_autoOFF,autoOFF);
32 global.set(f_autoOFF,autoOFF);
33
34 flow.set(f_autoOFFmin,autoOFFmin);
35 global.set(f_autoOFFmin,autoOFFmin);
36
37 flow.set(f_delayOFF,delayOFF);
38 global.set(f_delayOFF,delayOFF);
39
40 flow.set(f_delayOFFmin,delayOFFmin);
41 global.set(f_delayOFFmin,delayOFFmin);
42
43 msg={};
44 msg.akcija=akcija;
45 msg.payload={};
46 //msg.payload=autoOFFmin;
47
48 msg.payload.fc_data={};
49 msg.payload.fc_data.delayOFFmin=delayOFFmin;
50 msg.payload.fc_data.delayOFF=delayOFF;
51 msg.payload.fc_data.autoOFF=autoOFF;
52 msg.payload.fc_data.autoOFFmin=autoOFFmin;
53
54 return msg;
55
```

Grafični vmesnik:



Primer kode senzorja za javljanje temperature, vlage in zračnega pritiska:

Programski del:



Del kode funkcije »2flow«:

```
1 //Spremeni
2 var name="MS123";
3 //Spremeni
4
5 //definirane mejne vrednosti
6 var var_batt=flow.get("var_zigbeebattery");
7 var var_linkQ=flow.get("var_zigbeelinkQ");
8
9 //Vnesi vrednosti senzorja
10 var type=msg.type;
11 var batt=msg.payload.battery;
12 var voltage=msg.payload.voltage;
13 var linkQ=msg.payload.linkQuality||0;
14 var tsc; //timestamp change
15 var cdiff; //sekund od change
16 var ctime,cdate; //datum in ura change
17
18 var batteryState="bad";
19 if (batt>var_batt){batteryState="ok";}
20
21 var linkQstate="bad";
22 if (linkQ>var_linkQ){linkQstate="ok";}
23
24 //Vnesi vrednosti senzorja
25 var illuminance=msg.payload.illuminance||0;
26 var lux=msg.payload.illuminance_lux||0;
27 var occupancy=msg.payload.occupancy;
28 var T=msg.payload.temperature;
29
30 //var occupancy=false;
31 //If (state=="Motion"){occupancy="Motion";}
32 var state="NoMotion";
33 if (occupancy==true){state="Motion";}
34
35 var f_name=name+"_name";
36 var f_type=name+"_type";
37 var f_batt=name+"_battery";
38 var f_batteryState=name+"_batteryState";
39 var f_voltage=name+"_voltage";
40 var f_linkQ=name+"_linkQ";
41 var f_linkQstate=name+"_linkQstate";
42
43 var f_tsc=name+"_tsc";
44 var f_cdiff=name+"_cdiff";
45 var f_ctime=name+"_ctime";
46 var f_cdate=name+"_cdate";
47
48 var f_illuminance=name+"_illuminance";
49 var f_lux=name+"_lux";
50 var f_occupancy=name+"_occupancy";
51 var f_T=name+"_T";
52 var f_state=name+"_state";
53
54 //Dodaj čas
55 //msg.payload.fc_cas.timestamp=time-new Date().getTime();
56 if ( !msg.timestamp ) msg.timestamp = Math.round(+new Date());
57 var dt = new Date(msg.timestamp);
58
59 var dan=dt.getDate();
60 var mesec=dt.getMonth()+1;
61 var leto=dt.getFullYear();
62 dan=String(dan).padStart(2,"0");
63 mesec=String(mesec).padStart(2,"0");
64 leto=String(leto).padStart(4,"0");
65
66 var datum= dan + "." + mesec + "." + leto;
67 var ur=dt.getHours();
68 var minut=dt.getMinutes();
```

Grafični vmesnik:



Primer Domoticz:

Grafični vmesnik:



Podrobnejši pregled:



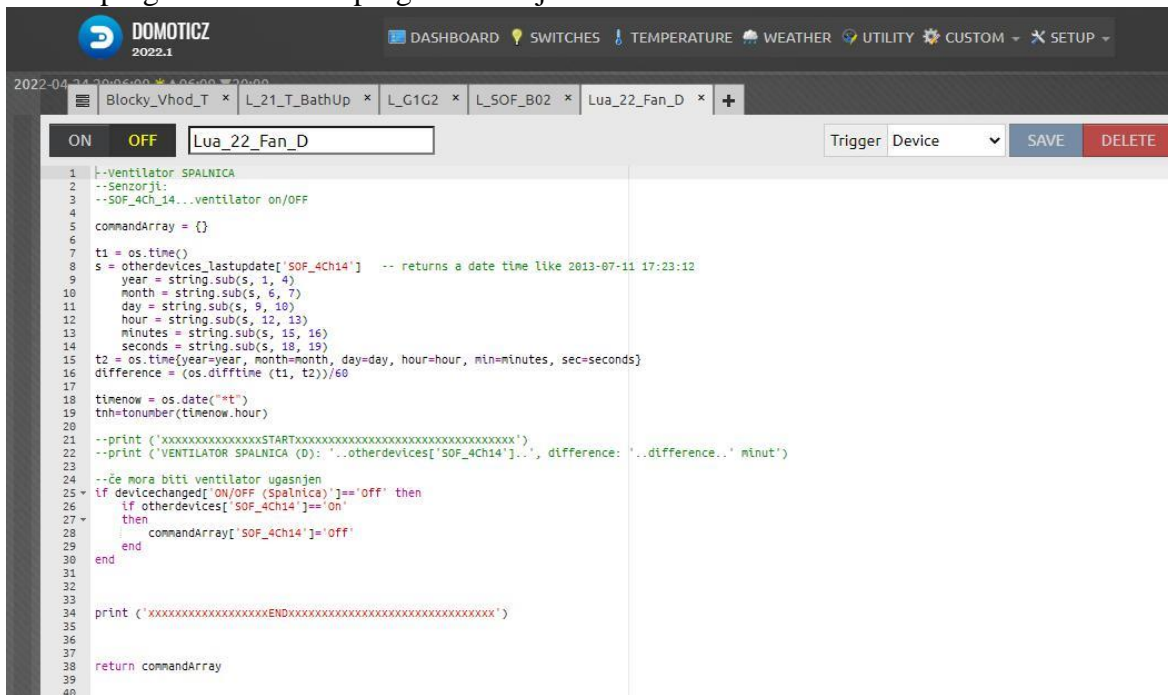
Primer programske kode v programskem jeziku »blocky«:



The screenshot shows the Domoticz Blocky editor interface. The top navigation bar includes 'DASHBOARD', 'SWITCHES', 'TEMPERATURE', 'WEATHER', 'UTILITY', 'CUSTOM', and 'SETUP'. The main area displays a logic script for a device named 'Blocky_Vhod_T'. The script is as follows:

```
1 If S-Z 1723 = Off and Time: > 5
2 Do
3   Set S-Z 1718 = Level (%) 10
4   Set S-Z 1714 = On
5   Set S-Z 1718 = Off After 5 seconds
6   Set S-Z 1714 = Off After 5 seconds
```

Primer programske kode v programskem jeziku »LUA«:



The screenshot shows the Domoticz Lua editor interface. The top navigation bar is the same as in the Blocky screenshot. The main area displays a Lua script for a device named 'Lua_22_Fan_D'. The script is as follows:

```
1 --ventilator SPALNICA
2 --senzorji:
3 --SOF_4Ch14...ventilator on/OFF
4
5 commandArray = {}
6
7 t1 = os.time()
8 s = otherdevices_lastupdate['SOF_4Ch14'] -- returns a date time like 2013-07-11 17:23:12
9   year = string.sub(s, 1, 4)
10  month = string.sub(s, 6, 7)
11  day = string.sub(s, 9, 10)
12  hour = string.sub(s, 12, 13)
13  minutes = string.sub(s, 15, 16)
14  seconds = string.sub(s, 18, 19)
15  t2 = os.time{year=year, month=month, day=day, hour=hour, min=minutes, sec=seconds}
16  difference = (os.difftime(t1, t2))/60
17
18 timenow = os.date("%t")
19 tnh=tonumber(timenow.hour)
20
21 --print ('XXXXXXXXXXXXXXXXSTARTXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX')
22 --print ('VENTILATOR SPALNICA (D): '..otherdevices['SOF_4Ch14']..' , difference: '..difference..' minut')
23
24 --če mora biti ventilator ugasjen
25 if devicechanged[ON/OFF (Spalnica)]=='OFF' then
26   if otherdevices['SOF_4Ch14']=='On'
27   then
28     commandArray['SOF_4Ch14']='Off'
29   end
30 end
31
32
33
34 print ('XXXXXXXXXXXXXXXXENDXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX')
35
36
37
38 return commandArray
39
40
```