

PRIMJENA TEHNOLOGIJE INTERNETA STVARI (IOT) U ODRŽIVOM UPRAVLJANJU RESURSIMA / APPLICATION OF INTERNET OF THINGS (IOT) TECHNOLOGY IN SUSTAINABLE RESOURCE MANAGEMENT

Amila Rubanović¹, Fatima Abazović¹, Medina Mehić¹

¹Internacionalni univerzitet Travnik u Travniku, Aleja Konzula – Meljanac bb, Travnik, BiH
E – mail: amilarubanovic31@gmail.com, fatimaabazovic2@gmail.com,
medinamehic78@gmail.com

Pregledni članak

<https://www.doi.org/10.58952/zr20251402121>

UDK / UDC 004.8:502.131.1:658.5

Sažetak

Internet stvari odnose se na grupu povezanih uređaja koji prikupljaju i razmjenjuju podatke putem senzora, što može pomoći u boljem praćenju i kontroli različitih procesa. IoT sistemi se proučavaju u oblastima energije, vode, otpada i poljoprivrede – gdje pomažu u smanjenju ili ograničavanju potrošnje resursa, optimizaciji troškova i smanjenju negativnih posljedica na okoliš. Rad se fokusira na implementaciju tehnologije Internet stvari (IoT) za održivo upravljanje prirodnim resursima, rješavajući ključne prepreke, kao što su visoki troškovi, sigurnost podataka i tehnička infrastruktura. Zaključak je da su IoT ključni faktor za održivi razvoj i pozitivan korak ka sljedećoj generaciji zelene i digitalne ekonomije.

Ključne riječi: Internet stvari, prirodni resursi, okoliš

JEL klasifikacija: L86, O33, Q5, Q55, Q56, Q57

Abstract

The Internet of Things (IoT) refers to a network of connected devices that collect and exchange data via sensors, enabling improved monitoring and control of various processes. IoT systems are studied in the fields of energy, water, waste, and agriculture, where they assist in reducing or limiting resource consumption, optimizing costs and minimizing negative environmental impacts. This paper focuses on implementing IoT technology for sustainable resource management, addressing key challenges such as high costs, data security and technical infrastructure. The conclusion is that IoT is a key factor for sustainable development and a positive step towards the next generation of green and digital economies.

Key words: Internet of Things, Natural Resources, Environment.

JEL classification: L86, O33, Q5, Q55, Q56, Q57.

UVOD

Internet stvari (IoT) predstavljaju mrežu međusobno povezanih uređaja koji putem senzora prikupljaju, razmjenjuju i analiziraju podatke u realnom vremenu. Ova tehnologija značajno mijenja način na koji društvo upravlja resursima, donosi odluke i optimizira procese. U kontekstu održivog razvoja, IoT omogućava efikasnije korištenje energije, vode, transporta i drugih ključnih resursa, čime se smanjuje negativan utjecaj na životnu sredinu. Integracija IoT rješenja u pametne gradove, poljoprivredu, industriju i domaćinstva otvara prostor za naprednije, ekološki prihvatljivije i dugotrajnije održive prakse.

Savremeno društvo suočava se s ozbiljnim izazovom prekomjerne potrošnje prirodnih resursa. Nekontrolisano korištenje energije, vode i sirovina dovodi do ekoloških posljedica kao što su: zagađenje, iscrpljivanje resursa i narušavanje ekosistema. Tradicionalni sistemi upravljanja resursima često ne omogućavaju pravovremeno praćenje potrošnje niti identifikaciju mjesta gubitaka. Upravo zato je neophodno usvajanje naprednih tehnoloških rješenja koja omogućavaju precizno mjerenje, automatsku kontrolu i optimizaciju potrošnje, a IoT se pokazuje kao jedan od najefikasnijih pristupa.

Cilj ovog rada je istražiti ulogu i primjenu IoT tehnologija u održivom upravljanju resursima, te prikazati na koji način one doprinose smanjenju prekomjerne potrošnje i postizanju većeg nivoa efikasnosti. Rad je struktuiran tako da najprije daje teorijski pregled koncepta Internet stvari i principa održivog razvoja. Zatim se analiziraju ključni problemi u upravljanju resursima, nakon čega se predstavljaju konkretni IoT modeli i rješenja koja doprinose njihovoj optimizaciji. Na kraju, iznose se zaključci i preporuke za budući razvoj i primjenu ovih tehnologija.

1. TEHNOLOŠKA OSNOVA INTERNET STVARI

IoT povezuje fizičke objekte sa sensorima, mrežama i softverom kako bi prikupljao, obrađivao i djelovao na osnovu podataka u realnom vremenu. Modeli kao što su uređaj - do - uređaja, oblak- do - oblaka i gateway koegzistiraju s edge computing - om kako bi se smanjila latencija. Primjene u kućanstvu, industriji, zdravstvu, energetici, gradovima i logistici, s prednostima i rizicima za privatnost i sigurnost. Živimo okruženi povezanim objektima koji šalju i primaju podatke gotovo bez da to i primjećujemo i time se Internet stvari odvijaju na ovom presjeku fizičkog i digitalnog svijeta. Ukratko, to je mreža uređaja i sistema koje oni prikupljaju, dijele i obrađuju informacije djelovati uz najmanju moguću ljudsku intervenciju.

Prava vrijednost dolazi kada ti podaci pokreću korisne odluke: održavanje koje predviđa kvarove, semafori koji prilagođavaju protok saobraćaja ili brža medicinska njega. To je pokret koji su već zamislili pioniri poput Billa Joya, a popularizirao Kevin Ashton krajem 90 - ih, kada je predložio da ako mašine same prikupljaju podatke, fizički svijet postaje čitljiv i upravljiv u velikim razmjerima. Internet stvari su ekosistem fizičkih "stvari" opremljenih sensorima, računarskom snagom i povezoivošću koje razmjenjuju podatke s drugim uređajima i s oblakom. Govorimo o svemu, od nosive elektronike, kućanskih aparata i automobila do industrijskih mašina, infrastrukture, pametnih brojlara i čitavih gradova. Ove "stvari" mogu funkcionirati autonomno, sarađivati s drugima, a također komuniciraju s ljudima putem interfejsa bio to web ili mobilni. Tehnički, oni kombinuju sajber - fizičke sisteme, ugrađeno računarstvo i IP mreže i time praktično, omogućavaju automatizaciju procesa, praćenje okruženja i donošenje odluka u realnom vremenu uz podršku vještačke inteligencije i mašinskog učenja.

Iz arhitektonske perspektive, IoT je zamišljen kao otvorena i uglavnom nedeterministička mreža, gdje usluge i agenti se samoorganizuju ovisno o kontekstu. Ovaj pristup se dobro uklapa s modelima vođenim događajima i semantičkim web - om, koji daje značenje podacima na osnovu okruženja i svrhe.

Poriijeklo Interneta stvari (IoT) može se pratiti do eksperimenata iz 80 - ih i 90 - ih. Godine 1982. povezani aparat za sodu prijavio je svoj status, 1990. toster je bio kontrolisan putem interneta, a 1991. godine web kamera u Cambridge - u prikazivala je nivo kafe u aparatu za kafu. Kasnije, Kevin Ashton je skovao termin IoT 1999. godine. dok radite s RFID-om kako biste optimizirali lance snabdijevanja. Iste godine, Bill Joy je uveo komunikaciju između uređaja unutar svog okvira "Šest mreža". Počevši od 2008. godine, standardizacija IPv6 dramatično je povećala adresni prostor za povezane uređaje, 2010. godine, online uređaji su brojčano nadmašili ljude, a 2014. godine Google je preuzeo Nest Labs. Približavanje pametnog doma široj javnosti. Također su istakli akvizicije poput PTC - ove kupovine ThingWorx - a, što odražava procvat tržišta IoT platformi.

Paralelno s tim, fenomen je rastao na konferencijama i tokom Gartnerovog "ciklusa popularnosti", dok je poslovni sektor konsolidovao takozvani EIoT, koji je, prema procjenama, dostigao 2019. godinu. Gotovo 40% flote uređaja, Ashtonova naracija naglasila je prelazak s podataka koje su zapisali ljudi na podatke snimljene senzorima, oslobađajući industriju ograničenja vremena, pažnje i grešaka. U suštini, kompletan IoT sistem se sastoji od četiri dijela: senzora ili uređaja, povezivosti, obrade podataka i korisničkog interfejsa. Sensori detektuju varijable (temperaturu, položaj, vibracije, sliku, itd.) i oni pakuju informacije za slanje preko mreže.



Slika 1. IoT

Izvor: <https://www.collidu.com/presentation-internet-of-things>

(Datum pristupa: 19.11.2025.)

Povezivanje koristi različite tehnologije ovisno o primjeni: Wi-Fi, Ethernet, Bluetooth, Zigbee, LPWAN, satelit ili mobilnu mrežu. Protokoli poput MQTT - a ili CoAP - a optimiziraju prijenos laganih poruka, a u industrijskim okruženjima su vrlo rasprostranjeni pristupnici koji prevode protokole i pojačavaju sigurnost. Jednom kada se nađe u oblaku (ili na rubu mreže), softver obrađuje podatke kako bi zaključio stanja, otkrio anomalije ili izvršio pravila. Ako je potrebno, djeluje automatski ili obavještava korisnike putem panela ili aplikacija. Ova komunikacija između uređaja i kontrolne ravni je operativno srce IoT - a.

U RFC 7452, IAB je definisao četiri uobičajena komunikacijska modela: uređaj - uređaj (direktna veza, često korištenjem Bluetooth - a), uređaj - oblak (tradicionalna IP veza sa uslugama u oblaku), uređaj - gateway (lokalni ALG koji posreduje i pruža funkcije kao što su sigurnost ili prevođenje) i dijeljenje podataka između back - endova (razmjena podataka između oblaka za unakrsnu analizu) [1].

Model oblaka centralizuje resurse, ali ne nudi uvijek željenu latenciju ili propusnost. Edge computing premješta dio obrade bliže uređajima kako bi reagovali u milisekundama, filtriraju podatke i ublažuju pritisak na mreže i podatkovne centre. Primjeri su brojni: koordinacija flote autonomnih vozila koja prevoze kontejnere ili analiza kliničkih signala u bolnici radi otkrivanja kritičnih događaja na licu mjesta. Čak i mobilni telefon operatera može djelovati kao lokalni server niske snage kako bi se smanjio redundantni saobraćaj u oblaku.

2. PRIMJENA IOT TEHNOLOGIJE U UPRAVLJANJU ENERGIJOM

Monitoring (praćenje) energije je kontinuirano praćenje, mjerenje i analiza potrošnje energije unutar zgrada, objekata ili sistema. Koristi napredna hardverska i softverska rješenja za prikupljanje, obradu i vizualizaciju detaljnih podataka o obrascima korištenja energije tokom vremena. Tokom praćenja različitih izvora energije, što uključuje i električnu energiju, prirodni gas, paru, komprimirani zrak i obnovljive izvore poput solarne i energije vjetra, određene organizacije mogu da optimiziraju potrošnju energije, da smanje rasipanje i donose odluke koje su zasnovane na podacima kako bi optimizirale strategije upravljanja energijom [4].

Monitoring potrošnje energije se sastoji od par cjelina, a to su:

- uređaji za mjerenje – uključuju brojila električne energije, vodomjere, brojila toplote i druge senzore koji mogu da mjere potrošnju energije iz različitih izvora. Pametna brojila sa naprednim komunikacijskim mogućnostima se koriste za prikupljanje podataka u stvarnom vremenu i daljinsko praćenje,
- sistem za akviziciju podataka – mjerni uređaji su povezani sa sistemom za akviziciju podataka, koji prikuplja i prenosi podatke o potrošnji energije na centralnu lokaciju ili aplikaciju koja je zasnovana na oblaku. Ovaj sistem može da uključuje: uređaje za prikupljanje podataka, mrežne prolaze i komunikacijske mreže zbog olakšavanja prijenosa podataka,
- softver za praćenje potrošnje energije – softverske aplikacije koje su specijalizovane za navedeno, se koriste za analizu prikupljenih podataka, generisanje izvještaja, vizualizaciju praćenja potrošnje energije i pružanje praktičnih uvida u potrošnju energije i uključuju algoritme mašinskog učenja, naprednu analitiku za identifikaciju trendova, anomalija, itd.,
- analiza podataka i izvještavanje – specijalizovani timovi za upravljanje energijom pregledavaju podatke i izvještaje koji su generisani softverom za praćenje i time analiziraju potrošnju energije, identifikaciju područja visoke potrošnje i razvijanje strategije za uštedu energije i troškova, i
- integracija sa sistemima za upravljanje zgradama – sistemi za praćenje energije integrišu se sa sistemima za upravljanje zgradama ili sistemima za automatizaciju zgrada i omogućava kontrolu u realnom vremenu i optimizaciju različitih sistema zgrade, kao što su: HVAC, rasvjeta i oprema, na osnovu podataka o potrošnji energije [4].

Pametni mjerni uređaji, tj. pametna brojila su digitalni uređaji koji mjere i bilježe potrošnju električne energije, gasa ili vode u stvarnom vremenu i prenose informacije komunalnim preduzećima. Pojavili su se kao inovativno rješenje za efikasnije upravljanje mjerenje energije u domaćinstvima, malim preduzećima i komercijalnim objektima. Kod električnih brojila, senzori mjere napon i struju koja teče kroz električno kolo i vrijednost se množi kako bi se izračunala potrošnja energije (koja je mjerena u vatima). Mjerni uređaji gasa i vode koriste senzore protoka za mjerenje količine gasa ili vode koja prolazi kroz mjerač.

Mogu da koriste niz tehnologija, kao što su: ultrazvučni, turbinski ili dijafragmalni mjerači. Mjerač zatim izračunava potrošnju energije na osnovu količine potrošenog gasa ili vode i energetskeg sadržaja odgovarajućeg resursa [5].

Nakon što pametno brojilo izmjeri i zabilježi podatke o potrošnji energije, komunikacioni modul je odgovoran za prijenos informacija o potrošnji odgovarajuće kompanije za vodu, gas ili električnu energiju uz upotrebu nekoliko metoda:

- radiofrekventni signali – dosta je isplativa metoda i omogućava komunikaciju na velikim udaljenostima i mogu da budu podložni smetnjama od drugih bežičnih uređaja i mogu da zahtijevaju više infrastrukture, poput repetitora ili gateway – a, za osiguravanje pouzdanije komunikacije,
- mobilne mreže – neka od pametnih brojlara se oslanjaju na postojeće mobilne mreže (4G ili 5G) za prijenos podataka i time nude široku pokrivenost i mogu da budu otporniji na smetnje od RF signala, ali može da stvori dodatne troškove prijenosa podataka,
- širokopojasne veze – koriste se najčešće DSL i optičke mreže. Osiguravaju brz i pouzdan prijenos podataka, ali zahtijevaju značajna ulaganja u infrastrukturu, posebno u ruralnim ili udaljenim područjima gdje pokrivenost širokopojasnim vezama može da bude ograničena, i
- komunikacija preko dalekovoda – omogućava pametnim brojilima da prenose podatke preko postojećih dalekovoda, što uklanja potrebu za dodatnom komunikacijskom infrastrukturom i dosta može da bude isplativa i da obezbijedi pouzdanu komunikaciju, ali njene performanse mogu da utječu na električni šum i udaljenost od trafostanice [5].

3. PRIMJENA IOT TEHNOLOGIJE U UPRAVLJANJU VODENIM RESURSIMA

Pametni vodomjeri su uređaji koji precizno i u realnom vremenu mjere i bilježe potrošnju vode i pružaju automatizovano očitavanje koje se prenosi komunalnim preduzećima u svrhu naplate i analize. Koriste bežičnu komunikaciju za prijenos podataka o potrošnji vode na centralni server. Podaci se analiziraju i koriste za potrebe naplate, otkrivanja curenja i inicijativa za očuvanje vode. Potrošači mogu da pristupe svojim podacima o potrošnji vode putem web stranice ili mobilne aplikacije. Tehnologija pametnog mjerenja može da pomogne u uštedi vode što pruža potrošačima informacije u stvarnom vremenu o njihovoj potrošnji vode. Tokom praćenja potrošnje, potrošači mogu da identifikuju područja u kojima mogu da smanje potrošnju i promijenu svoje navike za uštedu vode [6].

Pametni vodomjeri mogu da detektuju curenja u realnom vremenu, što omogućava potrošačima da identifikuju i otklone curenja prije nego što se dese veliki problemi. Pametni vodomjeri su značajni u procesu otkrivanja curenja vode, to pruža podsticaj svakom potrošaču da štedi vodu.

Pametni vodomjeri doprinose značajnom otkrivanju curenja vode kroz: praćenje u realnom vremenu, upozorenje o potrošnji, akustične senzore koji mogu da detektuju mala curenja u priključcima i distributivnim cijevima, automatsko isključivanje i analizu potrošnje koja pomaže u identifikaciji obrazaca korištenja i rasipanja [7].

IoT u sistemima navodnjavanja integriše uređaje i senzore koji su povezani sa internetom u tradicionalnim sistemima. Kroz integraciju IoT u sistemima navodnjavanja stvaraju se efikasnija, automatizovanija stambena, poljoprivredna i komercijalna rješenja. Pametni IoT sistemi za navodnjavanje uključuju senzore (senzori vlažnosti tla, vremenski senzori, senzori vlažnosti i senzori temperature). Senzori prate uslove okoline i nove vlažnosti tla u realnom

vremenu. Različiti senzori prikupljaju podatke i podaci se prenose u centralnu kontrolnu jedinicu ili platformu koja je zasnovana na oblaku zbog analize. Obično su povezani na internet što omogućava sensorima i kontoleru da prenose podatke i primaju zadatke sa platformi koje su zasnovane na oblaku.



Slika 2. IoT u upravljanju vodenim resursima

Izvor: <https://www.karikala.in/blog/iot-based-smart-water-management-system/>

(Datum pristupa: 21.11.2025.)

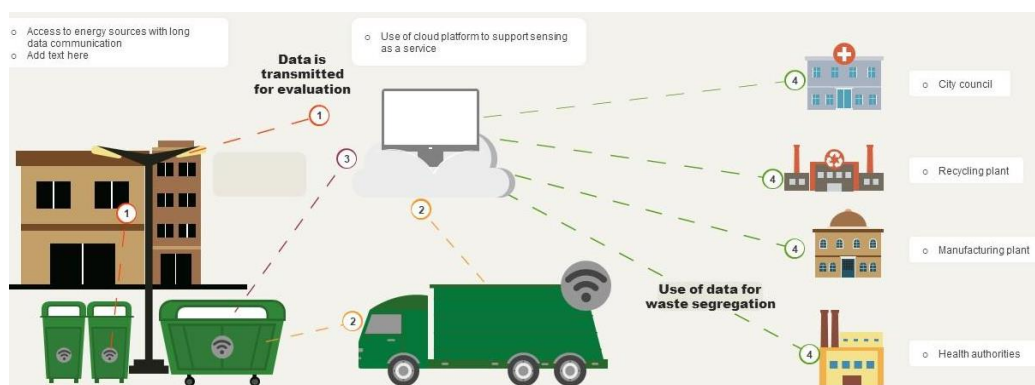
IoT sistemi analiziraju podatke koji su prikupljeni sensorima uz upotrebu naprednih algoritama i tehnika mašinskog učenja. Nakon sporovođenja podataka sa senzora, pametni sistemi za navodnjavanje automatski prilagođavaju rasporede zalijevanja, trajanja i intenziteta za efikasno korištenje vode. Pametni IoT sistem za navodnjavanje može da podesi i da šalje upozorenja ili obavještenja na pametne telefone ili druge uređaje korisnika kada se izvrše podešavanja [8]. IoT sistemi se mogu integrisati sa pametnim kućnim asistentima ili se mogu povezati sa uslugama vremenske prognoze i softvera za upravljanje poljoprivredom. Korisnici mogu da komuniciraju sa svojim IoT pametnim sistemom za navodnjavanje uz upotrebu jednostavnih interfejsa, kao što su aplikacije za pametne telefone ili web stranice [8].

4. PRIMJENA IOT TEHNOLOGIJE U UPRAVLJANJU OTPADOM I POLJOPRIVREDI

Usvajanje tehnologije Interneta stvari (IoT) izazvalo je mnoge promjene u upravljanju otpadom i procesu poljoprivrede, posebno iz perspektive održivog upravljanja resursima. U današnjim gradovima i industriji, koji zahtijevaju rješenja za uštedu troškova, povećanje efikasnosti i smanjenje zagađenja, IoT može pozitivno uticati kroz prikupljanje podataka u stvarnom vremenu, automatizaciju procesa i donošenje odluka vođenih tačnim informacijama.

Konvencionalni sistemi upravljanja otpadom rade sa sistemom koji šalje komunalna vozila na teren prema unaprijed određenom rasporedu, bez obzira na to da li su kontejneri puni ili ne. Takav pristup uzrokuje nepotrebne troškove goriva, prosječno duže vrijeme rada vozila, emisije stakleničkih gasova i dodatno opterećenje gradskih budžeta. Ova paradigma se mijenja uvođenjem IoT tehnologije. Pametni kontejneri sa sensorima za nivo punjenja omogućavaju praćenje otpada u stvarnom vremenu. Podaci se prenose u centraliziranu jedinicu za skladištenje radi pregleda na istoj osnovi za eliminaciju otpada. Na taj način se optimiziraju putevi gdje se kamioni preusmjeravaju na mjesta gdje stvarno postoji potreba. Gradovi koji usvoje ovaj model tvrde da je potrošnja goriva smanjena za 30%, a emisije CO₂ za oko 20 – 40% manje u prosjeku [9]. Ovo direktno doprinosi ciljevima održivog razvoja. Osim mjerenja nivoa otpada, IoT senzori mogu mjeriti temperaturu i kretanje kontejnera [9]. Visoka temperatura može biti

indikacija spontanog zapaljenja ili zapaljivih materijala, i signal za brzu intervenciju. Štaviše, senzori također pomažu u razlikovanju neopasnog i opasnog otpada u velikim industrijskim zonama, omogućavajući firmama da ispune propise o zaštiti okoliša. Integracija IoT sistema u softver za automatizaciju reciklaže je jedan od naprednih slučajeva upotrebe. Pametne kante će moći prepoznati da li je vrsta otpada plastika, metal, papir ili bio - otpad [9]. Ovaj proces povećava stopu reciklaže i smanjuje broj proizvoda koji ostaju na deponijama.



Slika 3. IoT u upravljanju otpadom

Izvor: <https://www.slideteam.net/iot-urban-smart-waste-management-process.html>

(Datum pristupa: 22.11.2025.)

Održiva poljoprivreda zahtijeva ravnotežu između visokih prinosa i praktične korisnosti. IoT to omogućava. Precizna poljoprivreda se oslanja na kombinovanu upotrebu senzora, satelitskih i zračnih podataka i dronova kako bi se resursi koristili tačno prema namjeni. Najčešća IoT oprema koja se koristi u poljoprivredi su senzori za:

- vlažnost tla,
- temperaturu zraka i tla,
- pH vrijednost,
- hranjivi sastav,
- prisustvo biljnih bolesti, i
- zasićenost vodom.

Takvi podaci omogućavaju poljoprivrednicima da znaju stanje usjeva u stvarnom vremenu, smanje upotrebu vode, đubriva ili pesticida, i izbjegnu prekomjernu upotrebu. Na primjer, ako senzor pokazuje da je vlažnost na jednoj lokaciji u polju ispod potrebnog nivoa hidratacije, sistem će automatski uključiti navodnjavanje samo na toj lokaciji. Ovo štedi 50% vodnih resursa. IoT također pomaže u smanjenju upotrebe hemikalija. Senzori identifikuju promjene u rastu biljaka ili prisustvo štetočina, a sistem upozorava operatera prije nego što problem eskalira [10]. Tretiranje malih područja, a ne cijelog polja, direktno minimizira zagađenje tla i vode. Savremeni sistemi također koriste dronove koji snimaju fotografije većih područja i šalju svoje podatke softveru koji obrađuje boju lišća, hidrataciju i pojavu bolesti [11]. Dronovi su posebno pogodni na terenima s brdima i velikim farmama, gdje inspekcija slikama nije izvodljiva.

5. IZAZOVI I OGRANIČENJA IOT-a U ODRŽIVOM UPRAVLJANJU RESURSIMA

Uprkos ogromnom potencijalu usvajanja tehnologije u IoT - u za poboljšanje održive upotrebe energije, vode, otpada ili poljoprivrede, tehnologija Interneta stvari i dalje se suočava s preprekama u raznim primjenama. Većina nacija, posebno nerazvijenih, suočava se s problemima koji usporavaju ili ometaju rad ovih sistema.

- Sigurnost podataka i privatnost

Zbog ograničenih mogućnosti obrade i enkripcije IoT uređaja, oni su podložniji napadima više nego mnoge druge digitalne platforme. Napadači mogu dobiti pristup saobraćaju između uređaja, preuzeti ih ili izmijeniti podatke. Ovo može imati ozbiljne posljedice za glavne sektore, poput snabdijevanja energijom i vodom. Problem privatnosti se pogoršava kada IoT prikuplja podatke u domovima ili javnim mjestima. Senzori prate navike potrošača, prisustvo ljudi, upotrebu energije i vode, pa čak i kretanje. Ako nisu pravilno regulisani, ove podatke mogu zloupotrijebiti kompanije ili treće strane. Ovi proboji podataka i neovlaštena upotreba mogu se desiti ako ne postoje jasni propisi [12].

- Visoki troškovi implementacije

Iako je cijena senzora dramatično pala u posljednjih nekoliko godina, postavljanje ili implementacija cijelog IoT sistema uvijek zahtijeva velika sredstva. Troškovi uključuju izgradnju infrastrukture za komunikaciju, cloud platforme, integraciju s postojećim sistemima, održavanje opreme i obuku osoblja. Mnoge lokalne zajednice i mala preduzeća nemaju dovoljno resursa za ulaganje u ovakvu tehnologiju [13].

- Tehnička ograničenja i infrastruktura

IoT se oslanja na stabilnu internet konekciju. Međutim, veza je često slaba ili nepostojeća u ruralnim područjima gdje je potrebna primjena precizne poljoprivrede. Nadalje, vijek trajanja baterija mnogih IoT uređaja je vrlo kratak, pa će uvijek postojati dodatni troškovi za održavanje. Također postoji problem nestandardizacije. Različiti uređaji i softveri imaju različite protokole, što znači da jedan ne može komunicirati s drugim bez dodatnih integracija.

- Regulatorna i etička pitanja

U određenim zemljama ne postoje jasno definirani zakoni koji regulišu sigurnost IoT uređaja, zakoni o privatnosti podataka ili standardi podataka za kritične slučajeve upotrebe.

Upotreba i implementacija IoT sistema je rizičnija u odsustvu jasnog pravnog okvira. Štaviše, mogu se pojaviti društvene posljedice. Automatizacija procesa može eliminisati određene poslove, stvarajući ekonomske i socijalne probleme [14].

ZAKLJUČAK

Korištenje tehnologije Interneta stvari (IoT) ima potencijal u održivom upravljanju resursima. IoT je jedan od njih koji je usmjeren na brzo praćenje i učinkovitu optimizaciju potrošnje energije, potrošnje vode i odlaganja otpada, s namjerom da se smanji ekološki otisak i pređe na zelenu ekonomiju. Pametna brojila i praćenje potrošnje energije su potencijalni primjeri korištenja održivih resursa, dok su sistemi za praćenje navodnjavanja i otkrivanje curenja vode u sektoru vodnih resursa također korisne metode za smanjenje otpada i osiguranje distribucije. Senzori i pametni uređaji u poljoprivredi i upravljanju otpadom podržavaju precizno korištenje resursa, efikasnost procesa i napredak u efikasnosti. Ali postoje problemi: sigurnost podataka, troškovi povezani s implementacijom IoT tehnologija, regulative itd. Međutim, IoT je definitivno značajan za održivi razvoj. Njegove primjene u svim sektorima uključuju digitalnu transformaciju, održivi razvoj društva, zaštitu okoliša, poboljšanje kvaliteta života. U konačnici, IoT je dobar strateški resurs zelene ekonomije i održivog razvoja, a široka primjena i implementacija IoT - a u pravim područjima pomaže u smanjenju korištenja resursa i ublažavanju klimatskih oštećenja na širem nivou.

LITERATURA

- [1] Rodriguez, R. (2025). *Internet of Things: what it is, how it works, uses and challenges*.
- [2] TechnoDigital. (2025). *Internet of Things: examples and applications*.
- [3] WIWEB. (2023). *Internet Stvari (IoT) i njegov utjecaj na naš svakodnevni život*.
- [4] BECIS. *Energy Monitoring: Key Points and Information Explained*.
- [5] IBM. *What are smart meters?*
- [6] Smart Water Magazine. *What is Smart Water Metering?*
- [7] Vyas, K.R., (2025). *Leading the Charge in Water Management: The Role of Smart Water Meters in Tackling Water Leak Detection*.
- [8] Irrigreen, (2024). *Benefits of Using IoT Smart Irrigation*.
- [9] Balaji, S., Nathani, K., & Santhakumar, R. (2019). *IoT - based smart waste management systems*.
- [10] Tzounis, A. et al. (2020). *Internet of Things in Agriculture*.
- [11] Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M.-J. (2017). *Big Data in Smart Farming*.
- [12] Sicari, S., Rizzardi, A., Grieco, L., & Coen-Porisini, A. (2015). *Security, privacy and trust in IoT*.
- [13] Roman, R., Zhou, J., & Lopez, J. (2013). *Security and privacy in IoT*.
- [14] Alaba, F. A. et al. (2017). *Internet of Things security: A survey*.