

IZAZOVI I MOGUĆNOSTI PRIMJENE IoT-A I UMJETNE INTELIGENCIJE U OPTIMIZACIJI MOBILNOSTI I ZELENOJ TRANZICIJI SISTEMA UPRAVLJANJA GOTOVIM NOVCEM U BOSNI I HERCEGOVINI / CHALLENGES AND OPPORTUNITIES OF IOT AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATION IN MOBILITY OPTIMIZATION AND GREEN TRANSITION OF CASH MANAGEMENT SYSTEMS IN BOSNIA AND HERZEGOVINA

Mr. Mirza Mehanović¹, Prof. dr sc. Abidin Deljanin², Doc. dr sc. Almir Ahmetpahić², Prof. dr.
Goran Popović²

¹Centralna banka Bosne i Hercegovine, Maršala Tita 25, 71000 Sarajevo, BiH

²Internacionalni univerzitet Travnik u Travniku, Aleja Konzula – Meljanac bb, Travnik, BiH
e-mail: mirza.mehanovic@yahoo.com, a_deljanin@hotmail.com, almir.ahmetpahic@iu-
travnik.com, goran.popovic@iu-travnik.com

Prethodno priopćenje

<https://www.doi.org/10.58952/zr20261501629>

UDK / UDC 004.8:336.7:502(497.6)

Sažetak

U Bosni i Hercegovini transakcija gotovim novcem i dalje igra ključnu ulogu u platnom prometu, uprkos rastu kartičnih transakcija (vrijednost kartičnih transakcija dosegla je 21,1 milijarde KM u 2025. godini, sa rastom od 14,53 %, prema Centralnoj banci BiH). Logistika gotovog novca u ATM mreži tradicionalno se oslanja na historijske prosjeke i reaktivno planiranje punjenja, što rezultira nepotrebnim cash-in-transit (CIT) vožnjama, povećanim emisijama CO₂, gužvama u urbanim centrima i visokim operativnim troškovima. Rad istražuje izazove i mogućnosti primjene Internet of Things (IoT) senzora za praćenje stanja gotovog novca u realnom vremenu te umjetne inteligencije (AI) za predviđanje potražnje i dinamičko planiranje ruta CIT vozila. Ove tehnologije, u kombinaciji s cash-recycling ATM-ovima, omogućavaju smanjenje broja posjeta za 25–50 %, optimizaciju zaliha i lokalnu recirkulaciju gotovine. Na osnovu koncepta „Green Cash Logistics“, rad analizira međunarodne primjere koji pokazuju smanjenje emisija CO₂ i troškova do 30–40 %. U kontekstu BiH ističu se izazovi: ograničena infrastruktura za punjenje, visoke investicije i kibernetički rizici. Implementacija IoT-a i AI direktno doprinosi održivoj mobilnosti (manje vožnji i gužvi, SDG 11) te zelenoj tranziciji (smanjenje emisija, SDG 13), ubrzavajući usklađivanje BiH sa EU Green Deal standardima.

Ključne riječi: ATM mreža, logistika gotovine, IoT, umjetna inteligencija, održiva mobilnost, zelena tranzicija, Bosna i Hercegovina, SDG 11, SDG 13

JEL klasifikacija rada: G2, O33, Q56, R41

Abstract

In Bosnia and Herzegovina, cash transactions still play a key role in payment transactions, despite the growth of card transactions (the value of card transactions reached 21.1 billion KM in 2025, with a growth rate of 14.53 %, according to the Central Bank of Bosnia and Herzegovina). The logistics of cash in the ATM network traditionally relies on historical averages and reactive replenishment planning, resulting in unnecessary cash-in-transit (CIT) trips, increased CO₂ emissions, urban congestion, and high operational costs. The paper investigates the challenges and opportunities of applying Internet of Things (IoT) sensors for real-time cash level monitoring and artificial intelligence (AI) for demand forecasting and dynamic CIT vehicle route planning. These technologies, combined with cash-recycling ATMs, enable a reduction in the number of visits by 25–50 %, optimization of cash stocks, and local cash recirculation. Based on the “Green Cash Logistics” concept, the paper analyzes international examples that demonstrate reductions in CO₂ emissions and costs of up to 30–40 %. In the context of BiH, key challenges include limited charging infrastructure, high investment costs, and cybersecurity risks. The implementation of IoT and AI directly contributes to sustainable mobility (fewer trips and congestion, SDG 11) and the green transition (emission reductions, SDG 13), accelerating BiH's alignment with EU Green Deal standards.

Keywords: ATM network, cash logistics, IoT, artificial intelligence, sustainable mobility, green transition, Bosnia and Herzegovina, SDG 11, SDG 13

JEL Classification: G2, O33, Q56, R41

UVOD

Uprkos ubrzanom razvoju digitalnih platnih sistema, gotov novac zadržava status primarnog sredstva plaćanja u mnogim ekonomijama, uključujući Bosnu i Hercegovinu. Prema službenim izvještajima Centralne banke Bosne i Hercegovine (CBBiH), vrijednost kartičnih transakcija u 2025. godini bilježi kontinuiran rast, dostigavši 21,1 milijardu KM. Međutim, značajan dio ovih transakcija i dalje se odnosi na isplate gotovog novca na bankomatima, što potvrđuje da fizička distribucija gotovog novca ostaje kritična infrastruktura bankarskog sektora.

Tradicionalni logistički modeli upravljanja gotovinom (Cash-in-Transit – CIT), zasnovani na statičkim rasporedima i historijskim prosjecima, suočavaju se sa ozbiljnim izazovima neefikasnosti. Determinističko planiranje rutiranja oklopnih vozila često rezultira "prekomjernim servisiranjem" (nepotrebne posjete) ili incidentima nedostupnosti gotovine (out-of-cash). U kontekstu urbane mobilnosti, ovakav reaktivni pristup generiše višak pređenih kilometara, povećava emisije ugljen-dioksida (CO₂) i doprinosi saobraćajnim zagušenjima.

U eri digitalizacije i imperativa održivog poslovanja, koncept Green Cash Logistics nudi novu paradigmu. Integracija Internet of Things (IoT) senzora za monitoring u realnom vremenu i algoritama umjetne inteligencije (AI) za prediktivnu analitiku omogućava tranziciju logistike gotovog novca iz reaktivnog u proaktivni, data-driven sistem.

Cilj ovog rada je analizirati potencijal primjene navedenih tehnologija u optimizaciji mobilnosti gotovine u BiH. Kroz triangulaciju sekundarnih podataka i primarnog empirijskog istraživanja (provedenog među dobavljačima ATM uređaja, CIT kompanijama i komercijalnim bankama), rad identifikuje lokalne barijere i pruža smjernice za usklađivanje sa ciljevima održivog razvoja (SDG 11 i SDG 13) te EU Green Deal standardima.

1. TEORIJSKI OKVIR I PREGLED LITERATURE

Sistemi upravljanja gotovim novcem predstavljaju visoko-rizičan segment logističkih sistema koji obuhvata planiranje proizvodnje i emisije gotovog novca, siguran transport, optimizaciju skladišnih kapaciteta i cirkulaciju gotovog novca između centralnih banaka, komercijalnih banaka, bankomata i krajnjih korisnika, uz integrisan proces obrnute logistike u cilju održavanja kvaliteta optičaja. Za razliku od klasičnih logističkih sistema, cash logistics karakterišu visoki sigurnosni zahtjevi, regulatorna ograničenja i potreba za kontinuiranom dostupnošću gotovog novca u svakom trenutku. Tradicionalni modeli zasnovani na historijskim podacima i statičkim planovima pokazali su se nedovoljno efikasnim u dinamičnom okruženju, posebno u uslovima naglih promjena potražnje (krize, sezonalnost, ekonomski šokovi).

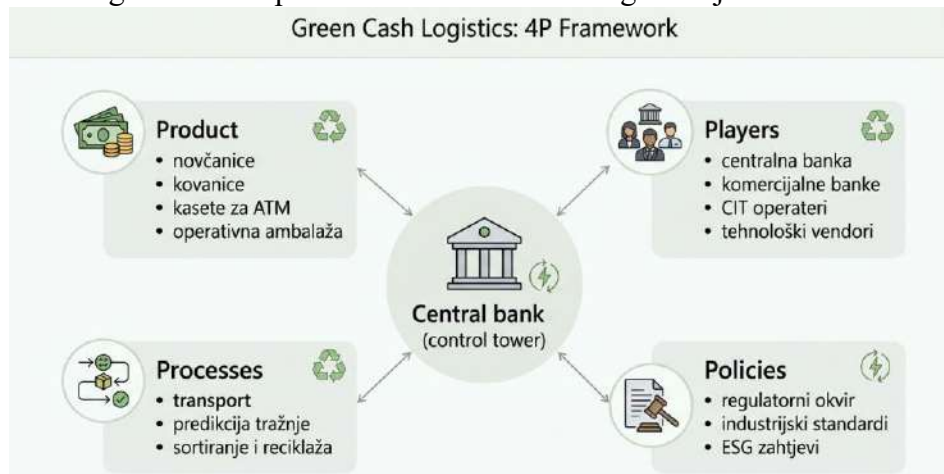
1.1. KONCEPT „GREEN CASH LOGISTICS“ I 4P OKVIR

Savremena literatura posmatra zelenu logistiku gotovog novca kroz integraciju ekoloških kriterijuma u cjelokupni cash cycle. Górká i Piątkowski (2025) razvijaju adaptirani 4P okvir za upravljanje logistikom gotovine (4P Cash Logistics Management Model), koji strukturira analizu kroz četiri međusobno povezane dimenzije:

- **Product (Proizvod):** novčanice, kovanice i logistička ambalaža i transportni mediji (npr. ATM kasete, sigurnosne vreće);
- **Players (Akteri):** učesnici u lancu snabdijevanja (centralna banka, komercijalne banke, CIT operateri, dobavljači tehnoloških rješenja);
- **Processes (Procesi):** operativni tokovi (transport, predviđanje potražnje, sortiranje, reciklaža);

- **Policies (Politike):** regulatorni okvir, industrijski standardi i ESG (Environmental, Social, Governance) zahtjevi.

4P okvir omogućava sistemsko sagledavanje logistike gotovog novca kroz integraciju operativnih, institucionalnih i regulatornih aspekata u kontekstu održivog razvoja.



Slika 1. 4P okvir zelenog cash logistica: Product, Players, Processes i Policies u funkciji održivog upravljanja gotovinskim lancem

Model pozicionira centralnu banku kao integratora lanca (control tower - kontrolni toranj), sa fokusom na održivost kroz optimizaciju resursa i smanjenje ekološkog otiska. Među navedenim dimenzijama, optimizacija transportnih procesa nosi najveći potencijal za dekarbonizaciju, s obzirom na to da transport predstavlja značajan izvor emisija u lancu vrijednosti gotovog novca (Górka & Piątkowski, 2025; ECB, 2024).

1.2. IOT I AI KAO TEHNOLOŠKI POKRETAČI

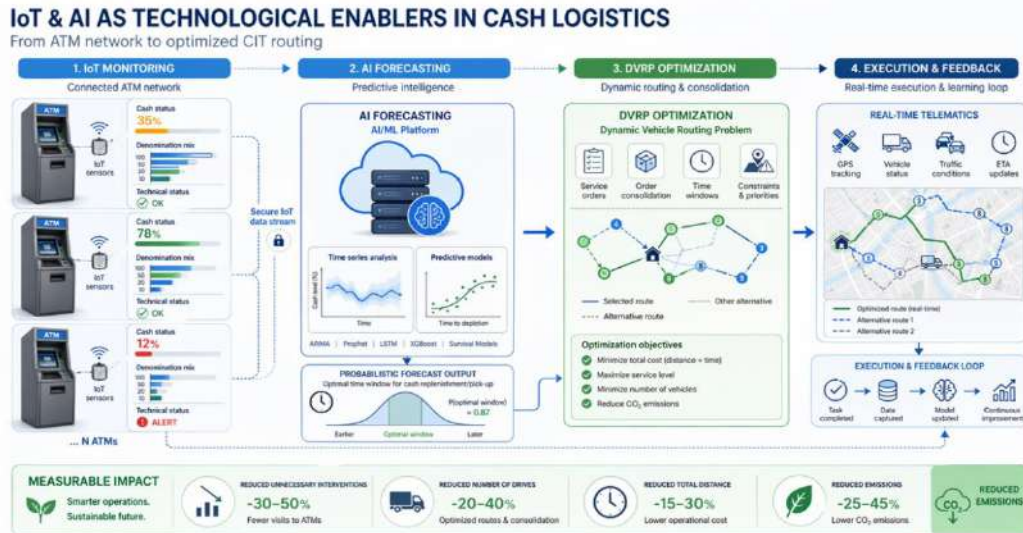
Implementacija IoT arhitekture u ATM mrežama omogućava tranziciju sa planiranih (schedule-based) na stanje vođeno podacima u realnom vremenu (condition-based). Integrirani cash management moduli kontinuirano prate stanje gotovog novca po kasetama, nivo pojedinačnih denominacija i tehnički status uređaja.

Ovi podaci se u realnom vremenu prenose prema centralnom analitičkom sistemu, čime se uspostavlja digitalna osnova za napredno upravljanje gotovim novcem. Na ovom nivou dolazi do transformacije ATM mreže iz pasivnog infrastrukturnog sistema u aktivni izvor operativnih podataka.

U centralnom sloju sistema, prikupljeni podaci se obrađuju modelima mašinskog učenja za analizu vremenskih serija (time-series forecasting), koji generišu probabilističke procjene optimalnog trenutka za dopunu ili prikupljanje gotovog novca. Ovi modeli uzimaju u obzir historijske obrasce potrošnje, sezonalnost, lokacijske specifičnosti i potencijalne anomalije u radu uređaja.

Takav prediktivni uvid čini podatkovnu osnovu za primjenu algoritama dinamičkog planiranja ruta, poznatih u operacionim istraživanjima kao Dynamic Vehicle Routing Problem (DVRP). DVRP modeli omogućavaju optimizaciju ruta CIT vozila uzimajući u obzir više varijabli, uključujući geografski raspored ATM lokacija, vremenska ograničenja, prioritet servisiranja i mogućnost konsolidacije logističkih naloga.

U kombinaciji sa real-time telematikom, ovaj pristup omogućava dinamičko rutiranje CIT vozila i kontinuirano prilagođavanje planova u skladu sa stvarnim uslovima na terenu, čime se postiže visok nivo operativne fleksibilnosti i efikasnosti.



Slika 2. Integrirani tok podataka i odlučivanja u sistemu upravljanja logistikom gotovog novca
 Slika 2 prikazuje konceptualni model integrisanog toka podataka i procesa odlučivanja unutar sistema upravljanja logistikom gotovog novca. Na lijevoj strani prikazana je ATM mreža opremljena IoT senzorima, koji omogućavaju kontinuirani monitoring ključnih operativnih parametara (IoT monitoring).

Prikupljeni podaci se prenose u centralni AI/ML modul (AI forecasting), gdje se vrši analiza vremenskih serija i generisanje prediktivnih modela potrošnje gotovine. Kao rezultat, generiše se probabilistička procjena optimalnog vremenskog intervala za intervenciju na pojedinačnim ATM uređajima.

Na osnovu tih informacija aktivira se optimizacioni sloj (DVRP optimization), koji generiše optimalne rute za CIT vozila, uzimajući u obzir dinamičke uslove i logističke zahtjeve sistema. U završnoj fazi, real-time telematika (Real-time telematics) omogućava praćenje i adaptaciju ruta u stvarnom vremenu.

Integracijom ovih komponenti ostvaruje se smanjenje broja nepotrebnih intervencija, optimizacija transportnih operacija i redukcija ukupnog ekološkog otiska (Reduced emissions), čime se sistem pozicionira kao ključni element održive i digitalno transformisane logistike gotovog novca (Górka & Piątkowski, 2025; Toth & Vigo, 2014).

2. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

Istraživanje je zasnovano na kombinovanom (mješovitom) metodološkom pristupu, koji integriše sekundarnu analizu postojećih podataka i primarno empirijsko istraživanje, s ciljem sagledavanja operativnih, tehnoloških i ekoloških aspekata logistike gotovog novca u Bosni i Hercegovini.

2.1. SEKUNDARNA ANALIZA PODATAKA

U okviru sekundarne analize korišteni su službeni statistički i analitički izvori, uključujući podatke Centralne banke Bosne i Hercegovine (CBBiH) za period 2021–2025. godine, izvještaje Evropske centralne banke (ECB), kao i relevantne Life Cycle Assessment (LCA) studije iz industrije (NCR Atleos, Loomis).

Ovi izvori su korišteni za analizu:

- strukture i veličine ATM mreže,

- frekvencije logističkih operacija,
- procjene ekološkog otiska transporta gotovog novca.

2.2. PRIMARNO ISTRAŽIVANJE

Primarno istraživanje provedeno je s ciljem prikupljanja podataka o trenutnom stanju, izazovima i potencijalima digitalne transformacije logistike gotovog novca, sa posebnim fokusom na optimizaciju transportnih operacija i mogućnosti smanjenja emisija CO₂.

Za potrebe istraživanja dizajnirani su polustrukturirani upitnici za tri ključne grupe aktera:

- komercijalne banke (N=21),
- CIT kompanije (N=9),
- distributeri i održavatelji ATM sistema (N=3).

Prikupljanje podataka realizovano je elektronskim putem (e-mail) i kroz dubinske intervjuje tokom proljeća 2026. godine.

Poseban fokus istraživanja bio je na postojećim modelima planiranja CIT operacija, stepenu primjene IoT i AI rješenja, percepciji mogućnosti uvođenja električnih vozila u logistiku gotovog novca.

2.3. OBRADA I INTERPRETACIJA PODATAKA

Prikupljeni podaci analizirani su primjenom deskriptivne analize i projekcijskog modeliranja, s ciljem kvantifikacije logističkog opterećenja ATM mreže u Bosni i Hercegovini.

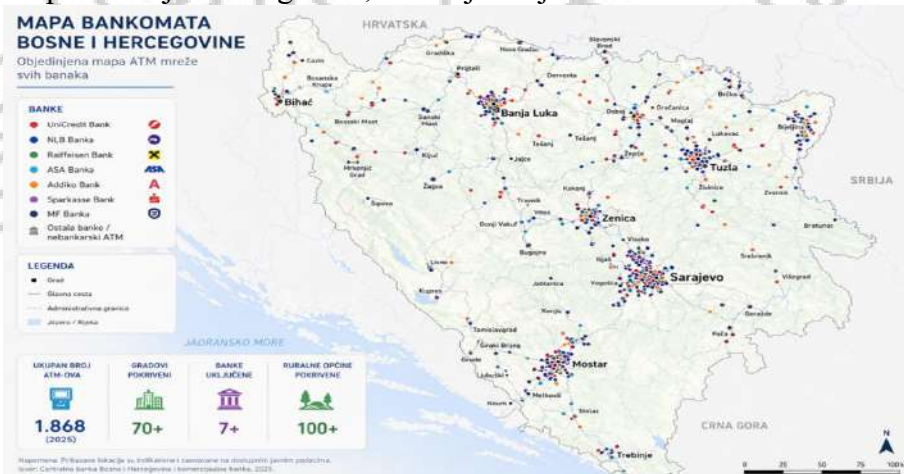
Na osnovu prikupljenih operativnih parametara (broj ATM uređaja, frekvencija dopuna, broj servisnih intervencija i prosječna pređena distanca), razvijen je model procjene ukupnog broja logističkih operacija i pređenih kilometara CIT flote.

Dobijeni rezultati korišteni su kao osnova za procjenu ekološkog otiska sistema, identifikaciju ključnih neefikasnosti te evaluaciju potencijala za optimizaciju kroz primjenu AI algoritama i uvođenje električnih vozila.

U ovom radu prezentovani su inicijalni rezultati fokusirani na perspektivu tehnoloških dobavljača, kao i operativne uvide komercijalnih banaka i CIT sektora.

3. ANALIZA TRENUTNOG STANJA U BOSNI I HERCEGOVINI

Sistem upravljanja gotovim novcem u BiH karakteriše visoka fragmentacija i tradicionalni operativni pristup. Na kraju 2025. godine, mreža je brojala 1.868 instaliranih bankomata.



Slika 3. Mapa ATM uređaja komercijalnih banaka u Bosni i Hercegovini

3.1. NEEFIKASNOSTI POSTOJEĆEG CIT MODELA

U urbanim centrima poput Sarajeva, Banje Luke, Mostara, Zenica i Tuzle, gdje je koncentracija uređaja najveća, CIT vozila se svakodnevno suočavaju sa saobraćajnim zagušenjima. Budući da komercijalne banke djeluju samostalno (bez logističkih pool modela), na istim mikrolokacijama istovremeno operira više različitih oklopnih vozila. Zbog izostanka real-time predikcija, banke drže visoke nivoe tzv. "sigurnosnih zaliha" (zarobljeni kapital) ili generišu visoku frekvenciju CIT posjeta, što eksponencijalno povećava ugljični otisak.

3.2. PRELIMINARNI REZULTATI EMPIRIJSKOG ISTRAŽIVANJA (PERSPEKTIVA ATM VENDORA)

Odgovori ključnih kompanija za prodaju i održavanje ATM uređaja u BiH otkrivaju dragocjene uvide o stepenu tehnološke zrelosti:

Struktura mreže: Prema navodima dobavljača, tržište u posljednjim godinama intenzivno prelazi na Smart ATM uređaje. Ugrađuju se Cash-in/Cash-out sistemi, ali i punokrvni Cash-recycleri, koji omogućavaju da se deponovani novac reciklira i direktno isplaćuje narednom klijentu.

Penetracija IoT tehnologije: Udaljeni tehnički monitoring (remote diagnostics) je implementiran "u potpunosti". Operatori imaju real-time uvid u logičke brojače kaseti i tehničke statuse, čime je broj nepotrebnih izlazaka tehničara na teren značajno smanjen.

Paradoks primjene AI predikcije: Iako softverski moduli za napredno upravljanje gotovinom (cash management/forecasting vođen umjetnom inteligencijom) postoje i nude se bankama u BiH, banke ih za sada ne naručuju. Glavna prepreka, prema navodima vendora, jeste odnos troška ulaganja (CAPEX) i percipiranog benefita.

Specifičan lokalni problem – Kvalitet novčanica: Interesantan nalaz istraživanja je da se kao jedna od najvećih prepreka u radu naprednih recycler uređaja ističe nezadovoljavajući "kvalitet KM novčanica". Fizička oštećenja i habanje novčanica otežavaju rad senzora u bankomatima, što uzrokuje zastoje i zahtijeva dodatne servisne intervencije.

3.3. PRELIMINARNI REZULTATI EMPIRIJSKOG ISTRAŽIVANJA (PERSPEKTIVA KOMERCIJALNIH BANAKA I CIT SEKTORA)

Istraživanje i podaci prikupljeni od predstavnika komercijalnih banaka i zaštitarskih agencija detaljno oslikavaju trenutni operativni model upravljanja gotovim novcem u BiH.

Planiranje zaliha se vrši centralizovano u glavnim trezorima banaka. Operatori svakodnevno prate stanja u bankomatima, pri čemu se za analizu pretežno koriste tradicionalni alati poput MS Excel izvještaja ili bazičnih internih aplikacija. Na osnovu ovih podataka generišu se nalozi prema CIT kompanijama. U operativnom smislu, dispečerski centri banaka kreiraju rute prema kojima jedno oklopno vozilo u toku radnog dana obiđe između 4 i 7 off-site bankomata. Nasuprot tome, on-site bankomate locirane unutar samih poslovnica pretežno pune ovlašteni službenici banke, što ne zahtijeva angažman oklopnih vozila. Količina novca kojom se bankomat puni nije uslovljena isključivo fizičkim kapacitetom kaseti, već strogo determinisanim limitima polisa osiguranja. Prema dostupnim operativnim podacima, maksimalne osigurane sume po bankomatu u BiH variraju u zavisnosti od politike osiguranja, pri čemu se u praksi često kreću u rasponu od približno 600.000 KM do 800.000 KM, što direktno ograničava mogućnost rjeđeg punjenja većim iznosima i zahtijeva izuzetno precizno logističko planiranje. Poseban logistički izazov predstavlja redovno i vanredno održavanje.

Svaki dolazak servisera zahtijeva obavezno fizičko prisustvo naoružane pratnje (CIT tima) zbog otvaranja sefa bankomata, čime se broj logističkih operacija značajno uvećava mimo samih procesa dopune novca.

3.4. KVANTIFIKACIJA LOGISTIČKOG OPTEREĆENJA I EKOLOŠKOG OTISKA

Kako bi se adekvatno sagledao obim operacija u BiH, na osnovu prikupljenih operativnih inputa kreiran je projekcijski model godišnjeg logističkog opterećenja.

Prosječan logistički ciklus jednog CIT vozila obuhvata kretanje na relaciji: Baza zaštitarske agencije → Centralni trezor banke (preuzimanje novca/kaseta) → Lokacija bankomata → Povratak u bazu.



Slika 4. Prikaz logističkog ciklusa jednog CIT vozila za potrebe punjenja bankomata

Prosječna pređena distanca u gradovima po jednoj intervenciji iznosi $D = 30$ kilometara. Uzimajući u obzir mrežu od 1.868 instaliranih bankomata (N_{atm}), model generiše sljedeće projekcije:

Projekcija dopune (Replenishment): Bankomati se u prosjeku pune jednom sedmično.

$$1.868 \text{ bankomata} \times 52 \text{ sedmice/godina} = 97.136 \text{ redovnih punjenja godišnje.}$$

Projekcija servisnih intervencija (Maintenance): Redovni pregledi, otklanjanje zaglavljenja i servisni radovi odvijaju se u prosjeku svakih 15 dana (26 puta godišnje).

$$1.868 \text{ bankomata} \times 26 \text{ sedmica/godina} = 48.568 \text{ servisnih intervencija godišnje.}$$

Zbirno, mreža bankomata u BiH generiše ukupno 145.704 izlazaka na teren godišnje. Uzimajući u obzir isključivo CIT operacije, flota oklopnih vozila za potrebe ATM mreže pređe približno 2.914.080 kilometara godišnje. Ukoliko se u obzir uzmu i servisne intervencije (bez obzira na tip vozila), ukupna pređena distanca logističkog sistema dostiže oko 4.371.120 kilometara godišnje. Projekcije se zasnivaju na operativnim prosjecima prijavljenim od strane CIT operatora i komercijalnih banaka (2025). Uvođenje varijanse $\pm 15\%$ ne mijenja kvalitativni zaključak o potencijalu smanjenja kilometraže ili servisnih intervencija.

Ova metrika ukazuje na izrazito visok ugljični otisak, posebno u urbanim zonama visoke gustine gdje je koncentracija bankomata najveća. Bilo kakav procentualni pomak u smanjenju pređenih kilometara vozila koja koriste fosilna goriva (dizel/benzin) rezultirao bi drastičnim padom emisija CO_2 .

3.5. EKOLOŠKE INICIJATIVE I BARIJERE ELEKTRIFIKACIJI FLOTE

Istraživanje ukazuje da u bankarskom sektoru postoje evidentni pomaci ka dekarbonizaciji logističkih operacija. Elektrifikacija servisne flote predstavlja operativno najizvodljiviji prvi korak ka dekarbonizaciji, prije potpune transformacije CIT flote. Određene komercijalne banke u BiH već su inkorporirale električna (EV) i hibridna vozila u svoje flote za potrebe redovnih terenskih obilazaka, kontrole poslovnica i on-site bankomata.

Međutim, potpuna primjena Green Cash Logistics koncepta kod CIT kompanija otežana je usljed specifičnih barijera. Glavni izazovi su neadekvatno razvijena mreža punionica za električna vozila i visoka nabavna cijena elektrificiranih oklopnih vozila.

U nedostatku tehnološki spremne „zelene“ teške flote, prelazno rješenje identificirano kroz istraživanje jeste integracija naprednih AI algoritama u planiranje transporta. Umjetna inteligencija omogućava optimizaciju putanja u realnom vremenu integriranjem podataka o stanju u saobraćaju, vremenskim prilikama i lokalnim događajima. Dinamičko rutiranje vođeno AI analitikom, uz rastući trend elektronskog i bezgotovinskog plaćanja, predstavlja najefikasniji trenutni mehanizam za usporavanje rasta logističkih operacija i posljedično smanjenje CO₂ emisija u gradovima.

4. TEHNOLOŠKI MODEL OPTIMIZACIJE I MEĐUNARODNE PRAKSE

Kako bi se prevazišle navedene prepreke, neophodna je sinergija tri tehnološka stuba.

- Cash-Recycling tehnologija: Omogućava lokalnu cirkulaciju gotovog novca. Novac koji klijenti (posebno sektor maloprodaje) uplate, mašina verificira i priprema za isplatu.
- AI Cash Forecasting: Umjetna inteligencija analizira kalendarske događaje, praznike, dane isplate plata i mikrolokacijske trendove.
- Dinamičko VRP rutiranje: Softver na dnevnoj bazi šalje CIT kompanijama rute koje minimiziraju ukupnu distancu.

Kvantifikacija potencijalnih efekata (Međunarodni Benchmark):

Globalne prakse potvrđuju ove teze. Kompanija NCR Atleos je 2025. godine kroz AI-enabled platforme smanjila broj nepotrebnih servisnih posjeta za 23 %. Vodeća CIT kompanija Loomis već aktivno inkorporira 100 % električna oklopna vozila (EV) za urbane centre u kombinaciji sa AI rutiranjem. Prema uporednim pokazateljima, uspješna implementacija donosi očekivane rezultate definisane u Tabeli 1²¹⁵.

Tabela 1. Ključni indikatori performansi (KPI) nakon implementacije AI/IoT rješenja

Indikator	Opis optimizacije	Očekivani rezultat
Broj CIT posjeta	Prelazak sa fiksnih rasporeda na demand-driven posjete	Smanjenje od 25–50 %
Emisija CO ₂	Smanjenje pređene kilometraže dizel/oklopnih vozila	Smanjenje od 30–40 %
Operativni troškovi	Minimizacija troškova goriva, radnih sati i amortizacije	Uštede od 20–30 %

²¹⁵ Procjene su zasnovane na komparativnoj analizi industrijskih izvještaja (NCR Atleos, 2025; Loomis, 2025) i predstavljaju indikativni raspon potencijalnih ušteda u urbanim CIT operacijama.

5. BARIJERE ZELENOJ TRANZICIJI U BIH

Na osnovu teorijske analize i prikupljenih izjava sa terena, identifikovane su ključne prepreke za implementaciju Green Cash Logistics koncepta u BiH:

- Ekonomske i investicijske barijere: Visoki početni troškovi (licence za AI softvere, nabavka modernih uređaja). Banke u BiH pokazuju averziju prema ovim investicijama zbog nedovoljno jasnog kratkoročnog ROI-a (Return on Investment).
- Infrastrukturne barijere: Potpuna dekarbonizacija CIT flote zahtijeva prelazak na električna oklopna vozila. Mreža brzih punjača u BiH je neadekvatna, što upotrebu ovakvih teških vozila čini operativno rizičnom. Trenutno se koriste vozila na hibridni pogon (benzin/LPG).
- Operativne barijere: Neadekvatan fizički kvalitet gotovine (fit/unfit novčanice) koji narušava autonomiju Smart ATM uređaja.
- Regulatorne i sigurnosne barijere: Nedostatak specifičnih zelenih incentivnih mjera (poreske olakšice, ESG grantovi) od strane nadležnih institucija, te prisutan strah od kibernetičkih napada usljed povećane umreženosti bankarskih backend sistema sa cloud analitikom.

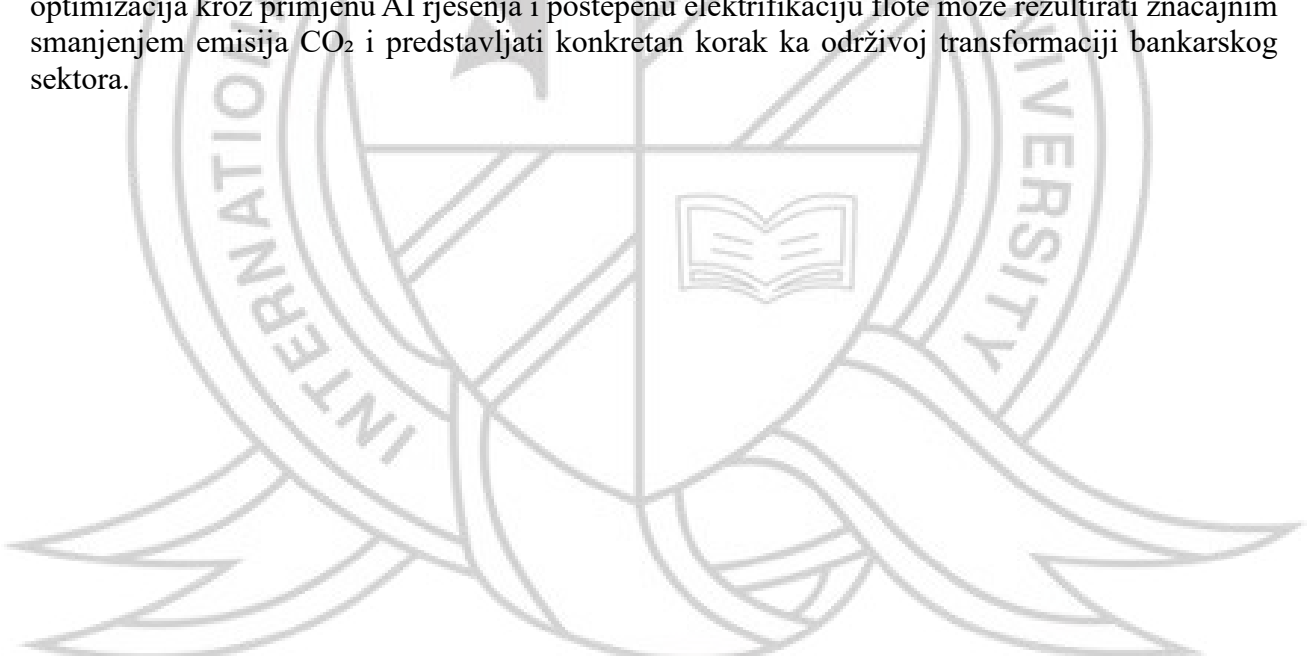
6. DISKUSIJA I PREPORUKE

Usklađivanje logistike gotovog novca u BiH sa ciljevima Održivog razvoja (SDG 11 – održivi gradovi i zajednice; SDG 13 – akcija za klimu) nije isključivo tehnološko, već primarno strateško pitanje upravljanja. Predlaže se fazni (tranzicijski) pristup:

- Kratkoročne mjere (Faza 1): Pilot projekti i optimizacija algoritama isplate. Prije velikih CAPEX ulaganja, banke mogu iskoristiti postojeći IoT nadzor. Kako su sugerisali vendori, optimizacija miksa isplate (npr. konfiguracija kasete 20-20-50-100 umjesto 10-20-50-100) omogućava ravnomjernije trošenje novca i produžava vrijeme do narednog punjenja.
- Srednjoročne mjere (Faza 2): Integracija AI i strateška saradnja. Komercijalne banke bi trebale početi aktivirati module za cash forecasting koje već imaju na raspolaganju u legacy sistemima vendora. Također, neophodno je formiranje međubankarskih radnih grupa sa CIT kompanijama radi uspostavljanja API povezivosti koja omogućava dinamičko planiranje ruta.
- Dugoročne mjere (Faza 3): Zeleni compliance i elektrifikacija. Razvoj javnih politika predvođenih CBBiH, koje će definisati strože ESG smjernice i obezbijediti poticaje za CIT industriju pri nabavci električnih oklopnih vozila za uske urbane zone.

ZAKLJUČAK

Logistika gotovog novca u Bosni i Hercegovini nalazi se pred neizbježnom tranzicijom. Rezultati istraživanja jasno ukazuju da integracija Internet of Things senzora, umjetne inteligencije i cash-recycling tehnologije predstavlja efikasan mehanizam za smanjenje nepotrebnih saobraćajnih kretanja oklopnih vozila, uzročno-posljedično dovodeći do značajnog smanjenja emisije stakleničkih gasova i operativnih troškova. Preliminarni rezultati provedenog empirijskog istraživanja ukazuju na to da je bazna IoT infrastruktura (telemetrija) na bankomatima u BiH pretežno implementirana. Ipak, puni logistički potencijal ostaje neiskorišten zbog visoke cijene implementacije naprednih AI softvera (CAPEX), nedostatka adekvatne infrastrukture za punjenje električnih oklopnih vozila, kao i strogih sigurnosnih i operativnih barijera, poput limita definisanih polisama osiguranja koji direktno ograničavaju fleksibilnost planiranja zaliha gotovog novca. Rezultati istraživanja ukazuju da logistika gotovog novca u BiH predstavlja značajan, ali nedovoljno iskorišten prostor za dekarbonizaciju kroz digitalnu optimizaciju. Prevazilaženje ovih izazova zahtijeva promjenu paradigme – od posmatranja CIT operacija kao isključivo sigurnosnog troška ka njihovom prepoznavanju kao ključnog prostora za digitalnu i ekološku optimizaciju. Implementacija koncepta Green Cash Logistics više nije samo tehnološki trend, već strateški imperativ na putu Bosne i Hercegovine ka usklađivanju sa standardima Evropske unije. Ovakav pristup direktno doprinosi harmonizaciji bankarskog sektora sa EU taksonomijom održivih aktivnosti i ciljevima Evropskog zelenog plana (European Green Deal). Uzimajući u obzir da CIT operacije u BiH generišu više od 4,3 miliona pređenih kilometara godišnje, čak i parcijalna optimizacija kroz primjenu AI rješenja i postepenu elektrifikaciju flote može rezultirati značajnim smanjenjem emisija CO₂ i predstavljati konkretan korak ka održivoj transformaciji bankarskog sektora.



LITERATURA

- [1] Centralna banka Bosne i Hercegovine (CBBiH). (2026). Godišnji izvještaj o kartičnom poslovanju za 2025. godinu. Sarajevo: CBBiH. <https://www.cbbh.ba>
- [2] Cash Infra Pro. (2021). Green Cash Logistics: Towards Sustainable Cash Supply Chain. London: Cash Infra Pro. <https://cashinfrapro.com>
- [3] European Commission. (2019). The European Green Deal. COM(2019) 640 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52019DC0640>
- [4] European Central Bank (ECB). (2025). Product Environmental Footprint of Euro Banknotes – Updated Study. Frankfurt: ECB. <https://www.ecb.europa.eu/press/pubbydate/2023/html/ecb.pefreport202312~81e945e7aa.en.html>
- [5] Giesecke+Devrient (G+D). (2025). Green Cash Cycle Initiative – Annual Progress Report. München: G+D.
- [6] Górka, J.; Piątkowski, A. (2025). 4P Cash Logistics Management Model. Sustainability 2025, 17, 6092. <https://doi.org/10.3390/su17136092>
- [7] Loomis AB. (2025). Sustainability-Linked Finance Framework. Stockholm: Loomis AB.
- [8] NCR Atleos. (2025). Annual Sustainability Report 2025. Atlanta: NCR Atleos Corporation.
- [9] Toth, P., & Vigo, D. (Eds.). (2014). Vehicle routing: Problems, methods, and applications (2nd ed.). Society for Industrial and Applied Mathematics. <https://doi.org/10.1137/1.9781611973594>
- [10] United Nations. (2015). Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development (SDG). New York: UN.
- [11] van Anholt, R. G. (2014). Optimizing logistics processes in cash supply chains [Doktorska disertacija, University of Amsterdam]. Amsterdam Business Research Institute.