Analiza sustava praćenja pošiljaka u transportnim lancima

Kurjak, Boris

Master's thesis / Diplomski rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:023547

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Boris Kurjak

ANALIZA TEHNOLOGIJA PRAĆENJA POŠILJKI U TRANSPORTNOM LANCU

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2019.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
POVJERENSTVO ZA DIPLOMSKI ISPIT

Zagreb, 25. ožujka 2019.

Zavod: **Zavod za transportnu logistiku**
Predmet: **Upravljanje transportnim lancima**

DIPLOMSKI ZADATAK br. 5053

Pristupnik: **Boris Kurjak (0135233264)**
Studij: Inteligentni transportni sustavi i logistika
Smjer: Logistika

Zadatak: **Analiza sustava praćenja pošiljaka u transportnim lancima**

Opis zadatka:

Upravljanje transportnim lancem uključuje koordinaciju i suradnju između članova, uključujući proizvođače, dobavljače, distributere, posrednike davatelje usluga treće strane i kupce. Kako bi lanac bio efektivan potrebno je uskladiti sve sudionike. Sustavi za praćenje pošiljaka u lancu opskrbe mogu pružiti vidljivost, sljedivost i pridružene informacije u različitim fazama opskrbnog lanca, što omogućuje konkurentske prednosti. Učinkovitost sustava praćenja uglavnom je podržana identifikacijskim, komunikacijskim i informacijskim tehnologijama u opskrbnom lancu.
Zadatak diplomskog rada je istražiti ulogu sustava praćenja pošiljki, njegov trenutni utjecaj i potencijalni utjecaj na transportne lance. Potrebno je analizirati sve pozitivne i negativne strane ovakvih sustava te istražiti koje vrste i tehnologije sustava praćenja postoje i u koje vrste opskrbnih lanca ih je moguće implementirati.

Mentor:

izv. prof. dr. sc. Darko Babić

Predsjednik povjerenstva za diplomski ispit:

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

DIPLOMSKI RAD

ANALIZA TEHNOLOGIJA PRAĆENJA POŠILJKI U TRANSPORTNOM LANCU

ANALYSIS OF SHIPPING TRACKING SYSTEMS IN TRANSPORT CHAINS

Mentor: izv. prof. dr. sc. Darko Babić

Student: Boris Kurjak

JMBAG: 0135233264

Zagreb, 2019.

SAŽETAK

Upravljanje transportnim lancem uključuje koordinaciju i suradnju između članova. Kako bi lanac bio efektivan potrebno je uskladiti sve sudionike. Sustavi za praćenje pošiljaka u lancu opskrbe mogu pružiti vidljivost, sljedivost i informacije u različitim fazama opskrbnog lanca, što omogućuje konkurentske prednosti. Učinkovitost sustava praćenja uglavnom je podržana identifikacijskim, komunikacijskim i informacijskim tehnologijama. Bolje razumijevanje različitih tehnologija praćenja je važno zbog činjenice da ne postoji jedinstvena tehnologija koja pokriva cijeli spektar potreba i operacija u opskrbnom lancu.

KLJUČNE RIJEČI: opskrbni lanac; praćenje pošiljaka; tehnologije praćenja; vidljivost opskrbnog lanca

SUMMARY

Transport chain management involves coordination and collaboration between members. All participants need to be aligned in order for the chain to be effective. Supply chain tracking systems can provide visibility, traceability, and the information provided at different stages of the supply chain, which offers competitive advantages. The effectiveness of the tracking system is mainly supported by identification, communication and information technologies. A better understanding of different monitoring technologies is important because of the fact that there is no unique technology that covers the full spectrum of supply chain needs and operations.

KEY WORDS: supply chain; shipping tracking; tracking technology; traceability

Sadržaj

1 UVOD 1
2 TRANSPORTNI LANAC 2
2.1 Elementi i značajke transportnih lanaca 2
2.2 Dizajniranje transportnih lanaca i njihova funkcija u logističkim sustavima 4
3 TEHNOLOGIJE PRAĆENJA POŠILJKI 6
3.1 Bar kod 7
3.2 QR kod 8
3.3 RFID tehnologija 9
3.3.1 RFID transponderi 10
3.3.2 RFID čitači 12
3.3.3 Primjena RFID tehnologije 12
3.4 GPS sustavi 13
3.4.1 Svemirski segment GPS-a 14
3.4.2 Upravljački segment GPS-a 14
3.4.3 Korisnički segment GPS-a 15
3.4.4 Princip rada GPS-a 15
3.5 GSM lociranje 17
3.6 Internet stvari 19
4 SUSTAVI PRAĆENJA POŠILJKI U TRANSPORTNIM LANCIMA 22
4.1 Diskretni sustavi za praćenje 23
4.2 Kontinuirani sustavi za praćenje 25
4.3 Integrirani sustavi za praćenje 26
5 PRIMJENA SUSTAVA PRAĆENJA POŠILJAKA U TRANSPORTNIM LANCIMA 27
5.1 Teorija transakcijskih troškova i institucionalna teorija 29

5.2 Faze primjene tehnologije praćenja 31
5.3 Čimbenici koji utječu na primjenu tehnologije praćenja 33
5.3.1 Opskrbna mreža 33
5.3.2 Proizvod 35
5.3.3 Okruženje 37
6 KOMPARATIVNA ANALIZA SUSTAVA PRAĆENJA POŠILJAKA U TRANSPORTNIM LANCIMA 40
6.1 Studija slučaja – Metro Grupa 42
6.1.1 Faze implementacije tehnologije praćenja 42
6.1.2 Prednosti i problemi 46
6.2 Studija slučaja - Walmart Inc. 48
6.2.1 Primjena i faze tehnologija praćenja 48
6.2.2 Prednosti implementacije RFID-a 49
6.2.3 Bežično upravljanje industrijskim vozilima 50
6.3 GPS tehnologija u Walmart-u 51
6.4 Stagnacija RFID tehnologije 53
6.5 Barkod ili RFID? 55
6.6 Blockchain i Internet of Things 56
6.6.1 Primjer Blockchain-a u opskrbnom lancu 58
6.6.2 Prednosti i nedostaci *Blockchain* tehnologije 59
7 ZAKLJUČAK 61
LITERATURA
POPIS SLIKA
POPIS KRATICA

1 UVOD

Zbog globalizacije i tehnološkog napretka lanci opskrbe postaju sve složeniji, a praćenje proizvoda kroz lanac tradicionalnim metodama postaje teže. Smanjenje operativnih troškova usporedno sa zadovoljnim korisnicima postao je ključni faktor uspjeha koji određuje kompetenciju tvrtke na tržištu. Kako tehnologija praćenja u teoriji može omogućiti oba zahtjeva ispunjena, njena primjena u logistici čini se izvjesna. No opet, sagledavajući stvarnu situaciju čini se da nemaju sve kompanije odlučnosti za potpunu primjenu i integraciju ove tehnologije u svoje sustave. Cilj rada je prikazati gdje nastaju prepreke prilikom primjene tehnologije i zašto ponekad nedostaci nadvladaju prednosti. Kako razvoj tehnologija utječe na opskrbne lance i koje tehnologije su prisutne na tržištu, a koje se tek razvijaju. Prikazat će se stvarni primjeri primjena tehnologija u opskrbnim lancima Metro Grupe i Walmart-a.

U prvom poglavlju definira se pojam transportnog i opskrbnog lanca. U drugom poglavlju obrađuju se tehnologije za praćenje poput bar koda, QR koda, GPS, GSM, Internet stvari (eng. *Internet of Things*) te radio-frekvencijska identifikacija koja ima široku primjenu u gotovo svim opskrbnim lancima. Nadalje će se prikazati podjela sustava praćenja na diskretne, kontinuirane i mješovite. U četvrtom poglavlju ispituje se primjena tehnologije u opskrbni lanac na temelju teorije troškova i institucionalne teorije. Prikazuju se čimbenici koji utječu na odluku tvrtke o implementaciji tehnologije i faze primjene tehnologije. Nadalje se opisuje primjena RFID tehnologije praćenja u tvrtke Metro Grupa i Walmart, koje su među prvima počele s implementacijom. Prikazane su prednosti i nedostaci s kojima su se tvrtke uočile. Opisana je i tehnologija u nastajanju *blockchain,* za koju se tvrdi da je budućnost logističke industrije.

2 TRANSPORTNI LANAC

U stručnoj literaturi vezanoj za logistiku često se pojavljuju pojmovi poput: opskrbni lanac i transportni lanac. Ovi termini često se dovode u istovjetnost, no potrebno je razdvojiti ove termine i njihove sličnosti i razlike.

Izraz transportnog lanca sastoji se od dvije riječi: transport i lanac. Transport ili prijevoz znači prijenos, premještanje, prevoženje, transportiranje objekta, stvari, putnika, robe, životinja, tereta s jedne lokacije na drugu savladavajući pri tome prostorne i vremenske dimenzije. U transportni proces uključuju se sve pripremne i završne operacije primjerice priprema robe, ukrcaj, iskrcaj robe ili putnika. Najvažniji elementi proizvodnje transportnih usluga su: transportna infrastruktura, transportna suprastruktura, ljudski kapital, odnosno u širem smislu financijski kapital, energija, predmeti transportiranja. U procesu proizvodnje transportnih usluga sudjeluje više pravnih subjekata: najmanje tri sudionika - pošiljatelj, prijevoznik – primatelj. Izraz lanac ima više značenja kao primjerice, niz spojenih karika, niz trgovina spojenih u trgovački lanac i slično. [1]

Transportni lanac je skup, odnosno niz međusobno i interesno povezanih karika, odnosno partnera i aktivnih sudionika koji omogućuju brze, sigurne i racionalne procese proizvodnje transportnih proizvoda. Sredstva za realizaciju transportnog lanca su prijevozna sredstva, postrojenja i drugo. [1]

Opskrbni lanac treba razumjeti kao sustav koji omogućuje zadovoljavanje potreba potrošača, kupaca, ostvarujući pritom komercijalnu dobit. Sustav opskrbnog lanca obuhvaća međudjelovanje uključenih subjekata, kao što su: kupci, dobavljači sirovina i repromaterijala, proizvođači gotovih, finalnih proizvoda, distributeri, maloprodajni trgovci, logistički operateri, prijevoznici. To djelovanje se očituje u odvijanju tokova roba, informacija i financijskih sredstava između i unutar pojedinih faza opskrbnog lanca. [2]

2.1 Elementi i značajke transportnih lanaca

Svaku kariku u transportnom predstavlja jedan aktivni sudionik u procesu proizvodnje transportnih proizvoda. To su primjerice pošiljatelji, prijevoznici, skladištari, terminal ili primatelj. Svaki pojedini sudionik transportnog lanca je zapravo zasebna karika koja ima svoj interes koji je u pravilu suprotan, u partnerskim odnosima i zajedničkom cilju

pronalaze i zajednički interes. Svaka od karika može biti mala, srednja, velika ovisno o veličini i važnosti pojedinog sudionika u transportnom lancu. Karike koje imaju međusobne poslovne, partnerske odnose, a njihovi ciljevi i interesi su isti ili slični, su čvrsto povezane. Njihove veze su poslovne, pravne i ekonomske te imaju dugoročnu ili stalnu suradnju. Karike u transportnom lancu koje u poslovne odnose stupaju bez planirane suradnje ili bez strateških saveza imaju slabe veze. Veličina transportnog lanca ovisi o broju karika koje sudjeluju u proizvodnji transportne usluge. Transportni lanci koji sadrže do pet karika možemo nazvati kratkim lancima i oni se koriste u konvencionalnom transportu. Od šest do deset karika imaju dugački lanci i oni se prakticiraju u kombiniranim i jednostavnim multimodalnim transportima. Složeniji multimodalni lanci sadrže od 11 do 20 karika, dok svi lanci koji koriste više od 20 karika nazivamo megatransportnim lancima. [1]

U transportnim lancima karikama koordinira jedan ili više poduzetnika, odnosno operatora transportnih pothvata, a to su u pravilu međunarodni špediteri kao specijalisti za organizaciju otpreme, dopreme i provoza robe u međunarodnom prometu i međunarodnoj razmjeni. Slabe karike u transportnom lancu su nepoželjne, jer zbog takvih karika lanci pucaju i proizvode određene rizike sa štetnim posljedicama. Operatori transportnih pothvata , kao kreatori transportnih lanaca, pri izboru partnera, sudionika u transportnom lancu, moraju pristupati s profesionalnom pažnjom kako bi mogli izabrati kvalitetnu kariku. Kada se transportni lanci kreiraju treba voditi računa o brojnim čimbenicima, primjerice: o broju i vrsti karika, o predmetima transportiranja koji mogu biti različitih oblika, veličina, težina i vrijednosti (mali, veliki, lagani, teški, opasni, paletizirani, u kontejnerima, rasuti, plinoviti, kruti). Nadalje, treba paziti i na transportne tehnologije, geografskom položaju odredišnog i otpremnog položaja, o infrastrukturi i suprastrukturi koja će se koristiti, o političkoj situaciji na konkretnim rutama, o vanjsko trgovinskim terminima, brzini i troškovima otpreme i dopreme robe. Pravni akti i posebno važne konvencije uređuju pravne odnose između subjekata u transportu. Izabiranje najboljih karika je komplicirano, to mogu organizatori, operatori transportnih lanaca koji imaju dugogodišnje iskustvo, specijalizaciju i primjerene stručnjake. Aktivnosti u transportnom lancu moraju biti koordinirane, tako da omogućuju brze, sigurne i racionalne procese proizvodnje transportnih proizvoda. Odnosi između karika u jednom lancu moraju biti pravno uređeni,

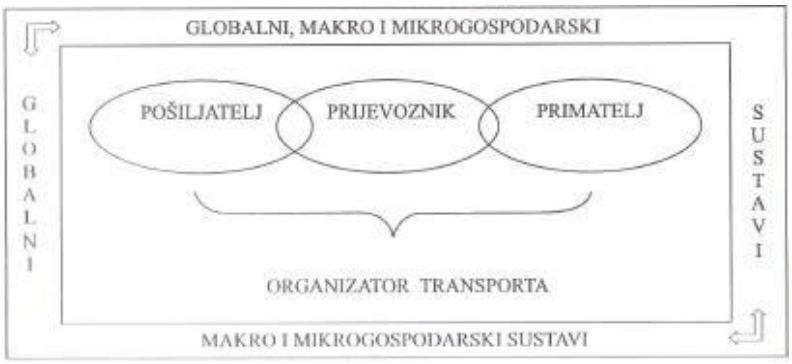
sukladno svim pravilima, općim uvjetima, a to podrazumijeva njihove međusobne obaveze i prava. Ovi odnosi impliciraju i odgovarajuće ekonomske odnose. [1]

U konačnici karike u transportnom lancu trebaju omogućiti prijenos predmeta transportiranja s jednoga na drugo mjesto bez obzira na prostorne i vremenske dimenzije, načine transportiranja, prirodna svojstva predmeta transportiranja te da su njihove brojne druge aktivnosti, trgovinske, skladišne, agencijske, špediterske zapravo izvan ingerencija primarnih karika u transportnim lancima. [1]

2.2 Dizajniranje transportnih lanaca i njihova funkcija u logističkim sustavima

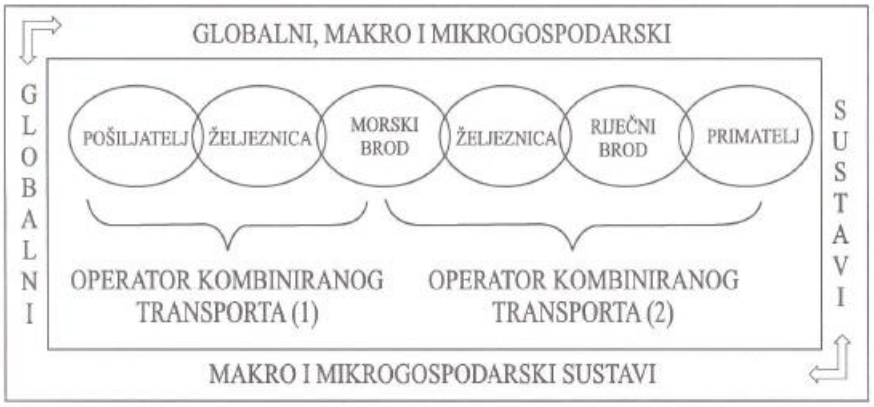
Na osnovi temeljnih karakteristika o transportnim lancima, moguće je osmisliti i dizajnirati transportne lance u konvencionalnom, kombiniranom i multi-modalnom transportu.

U konvencionalnom transportu predmet transporta se prevozi, premješta, prenosi od polazišta do odredišta samo jednim vidom transporta, primjerice cestovnim vozilima, željeznicom, brodom, zrakoplovom. Takav prijevoz organizira jedan operater, na osnovi jednoga ugovora. Ovi lanci su vrlo jednostavni, grafički prikazano na slici 1.



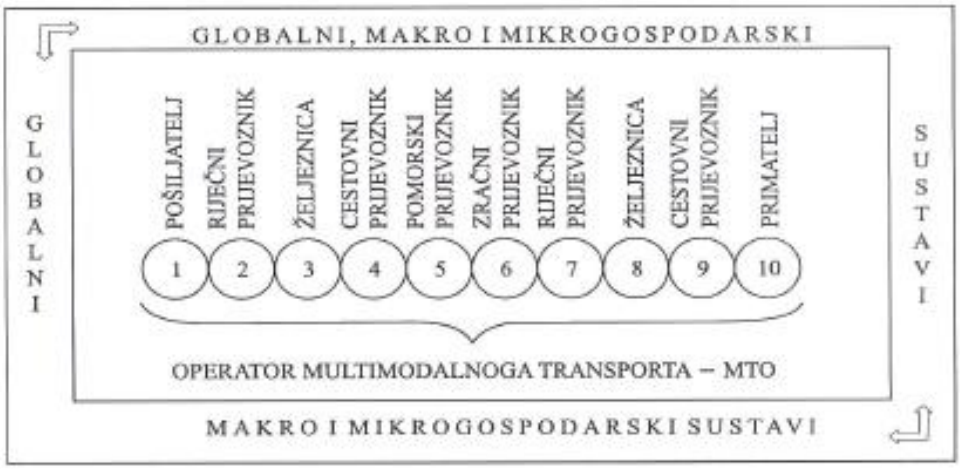
Slika 1 Transportni lanac u konvencionalnom transportu, [1]

Kombinirani transportni lanci u svom sustavu sadrže najmanje dva vida transporta, to jest dvije transportne grane kojima se pošiljke transportiraju. Pribavlja se onoliko isprava o prijevozu robe koliko je sklopljeno ugovora o prijevozu pošiljaka. U pravilu s ovim transportnim lancem upravlja jedan ili više operatora i ovi lanci su relativno složeni. Prikaz kombiniranog transportnog lanca može se vidjeti na slici 2.



Slika 2 Transportni lanci u kombiniranom transportu, [1]

Multimodalni transportni lanci sadrže najmanje dva vida transporta, dvije različite transportne grane, cjelokupni pothvat ovog transportnog lanca se temelji na jednom ugovoru i na jednoj ispravi. Cjelokupnim procesom upravlja samo jedan operator koji pokušava optimizirati cijeli proces. Ovakvi transportni lanci se smatraju vrlo složenima, kao što je prikazano na slici 3.



Slika 3 Transportni lanci u međunarodnome multimodalnome transportu, [1]

Transportni lanci su najbitnija sastavnica transportnih mreža, logističkih lanaca i opskrbnih lanaca. Savladavanje prostornih i vremenskih dimenzija pri distribuciji dobara između proizvođača i kupca nije moguće bez postojanja transportnih lanaca. Njihova osnovna svrha je omogućavanje sigurne, brze, racionalne procese proizvodnje transportnih proizvoda, koristeći znanja, tehnike i tehnologije bez obzira na broj mogućih karika u transportnom lancu. [1]

3 TEHNOLOGIJE PRAĆENJA POŠILJKI

AIDC (eng. *Auto Identification and Data Collection*), u prijevodu: automatsko prepoznavanje i prikupljanje podataka. AIDC su raznolika obitelj tehnologija koja dijele zajedničku svrhu identificiranja, praćenja, snimanja, pohranjivanja i priopćavanja informacija o proizvodu ili osobi. Ove tehnologije imaju širok raspon rješenja, svaki sa različitim kapacitetima podataka i mogućnostima.

AIDC tehnologije također uključuju mobilne računalne uređaje koje olakšavaju prikupljanje, manipuliranje ili komunikaciju s nosača podataka, kao i unos podataka putem glasovnog operatera, dodirnih zaslona ili tipki.

Svaki član obitelji AIDC tehnologije ima svoje specifične prednosti i ograničenja - što znači da ne postoji "najbolja" tehnologija. Umjesto toga, u primjenu se najbolje mogu uključiti višestruke AIDC tehnologije u kombinaciji kako bi se poduzećima ponudila rješenja za poslovne probleme.

Većina AIDC tehnologija definirana je međunarodnim i nacionalnim tehničkim standardima. Postoje i međunarodni, nacionalni ili industrijski standardi za primjenu AIDC tehnologija.

3.1 Bar kod

Jedna od najproširenijih i najjeftinijih tehnologija praćenja je svakako bar kod. Barkod se sastoji od niza tamnih i svijetlih crta, koji je strojno lako čitljiv. Na slici 4 je prikazan kod koji označava brojeve od nula do sedam. Postoji veliki broj vrsta kodova, no svi rade na istom principu. Bar kod je uobičajen međunarodni jezik pomoću kojeg roba, to jest proizvodi cirkuliraju na tržištu. To je ujedno i međunarodni unificirani kod statusa proizvoda. Kada se govori o primjeni u logistici najraširenija primjena mu je u skladištima gdje ova tehnologija pomaže ostvariti integraciju kupnje prodaje i upravljanja skladištenja. Barkod je snažno oruđe automatiziranog upravljanja u svim industrijama. Barkod u sebi može sadržavati informacije o proizvodu, lokaciju istog u skladištu i trenutno stanje na zalihama. [3] Može se reći da je bar kod tehnologija „pasivna“. Naime, potrebno je skenirati proizvod odnosno pošiljku, najčešće paletu kako bi se saznale specifične informacije. Za skeniranje je potreban zaposlenik koji će obaviti radnju skeniranja. Barkod tehnologija ne omogućava praćenje pošiljaka u realnom vremenu. Pomoću integracije ovog sustava s informacijskim sustavom, primjerice SAP-om, može se saznati da li je pošiljka došla na određeno mjesto, no ne i da li je pošiljka cjelovita to jest kompletna, već bi to trebao provjeriti zaposlenik vizualnom provjerom pošiljke koja dolazi na skeniranje.



Slika 4 Barkod

3.2 QR kod

QR kod (eng. *Quick Response Code*) je dvodimenzionalna verzija crtičnog koda. U literaturi se često koristi termin 2D crtični kod. Na slici 5 je prikazan primjer QR koda na kojem je zapisana tema ovog rada. Osnovna karakteristika 2D kodova je mogućnost zapisa velike količine informacija na maloj površini. Za očitavanje 2D kodova moraju se koristiti posebni čitači crtičnog koda, najčešće bazirani na CCD kamerama. Prednost je dakle velika kompaktnost, a mana skupi čitači i niska brzina ispisa, kad se radi o zapisu transakcijskih podataka (rok trajanja, broj šarže i slično) na proizvodnim linijama. QR kod osmišljen je u Toyotinoj podružnici Denso 1994. za praćenje komponenti u procesu proizvodnje, gdje se zahtijevalo pouzdano skeniranje na brzim proizvodnim linijama. QR kod sadrži i pouzdane elemente za otkrivanje i korekciju pogrešaka koje mogu nastati u procesu korištenja koda. Orijentacija koda i kut gledanja u odnosu na skener kod drugih oblika kodova značajno utječu na čitljivost koda, dok u slučaju QR koda imaju zanemariv utjecaj.

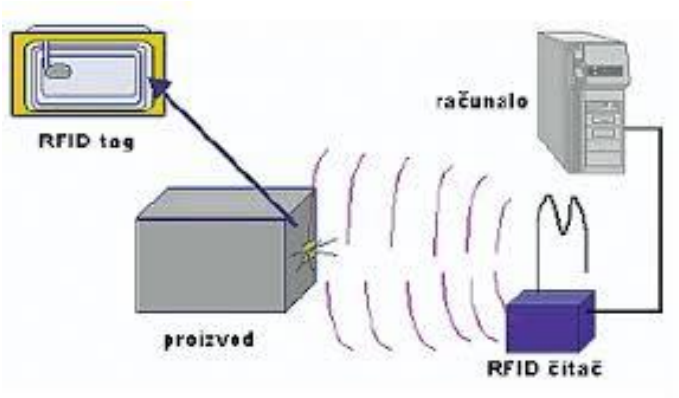


Slika 5 QR kod „Analiza sustava praćenja pošiljaka u transportnom lancu“

3.3 RFID tehnologija

RFID je akronim za radio-frekvencijsku identifikaciju i odnosi se na tehnologiju gdje se informacije kodirane u RFID oznaku mogu pročitati digitalnim čitačem koristeći radio valove. U tom pogledu RFID je sličan tehnologiji bar koda gdje se informacije kodiraju u oznaku s bijelim i crnim poljima koja čitač bar koda prepoznaje, čita i pohranjuje u bazu podataka. No RFID sustav ima veliku prednost nad sustavima koji koriste barkod tehnologiju. Jedna od prednosti je ta što RFID oznaka može biti „pročitana“ izvan vidnog polja čitača, dok se crtični kodovi barkoda moraju fizički uskladiti s optičkim skeniranjem čitanja.

RFID je generički koncept tehnologije koji se odnosi na uporabu radiovalova za identifikaciju predmeta ili primjerice proizvoda. U RFID oznake sastoje se od mikročipa i antene. Mikročip se koristi kako bi se spremile informacije o predmetu kao primjerice jedinstveni serijski broj. Antena omogućuje mikročipu prijenos informacija od predmetu čitaču koji te informacije sa RFID-a pretvara u format koja računala mogu obraditi. Slika 6 prikazuje princip rada RFID sustava. [4]



Slika 6 RFID Sustav, [5]

3.3.1 RFID transponderi

Dvije osnovne komponente RFID transpondera su mikročip i antena koji su najčešće zaliveni u kućište otporno na utjecaj okoline. Mikročip sadrži radio prijamnik, radio modulator za slanje odgovora čitaču, upravljačku logiku, memoriju i sustav za upravljanje napajanjem. Transpondere je u skupine moguće podijeliti prema [6]:

- načinu napajanja:
    1. pasivni,
    2. djelomično aktivni,
    3. aktivni,
- mogućnosti programiranja:
    1. transponderi koje je moguće samo čitati – imaju jedinstveni nepromjenjivi serijski broj pri proizvodnji,
    2. transponderi koji omogućuju jednostruko programiranje – prvi puta zapisani podaci trajno ostaju na transponderu,
    3. transponderi s mogućnošću višestrukog programiranja – obično imaju jedinstven i trajan serijski broj kojemu se nadodaju zapisivani podaci,
- korištenim frekvencijama:
    1. niske frekvencije (oko 125 kHz),
    2. visoke frekvencije (13.56 MHz),
    3. ultravisoke frekvencije (UHF – 860 do 960 MHz),
    4. mikrovalne frekvencije (2.45 GHz),
- fizičkoj izvedbi:
    1. RFID etikete,
    2. RFID naljepnice,
    3. RFID tiskane pločice.

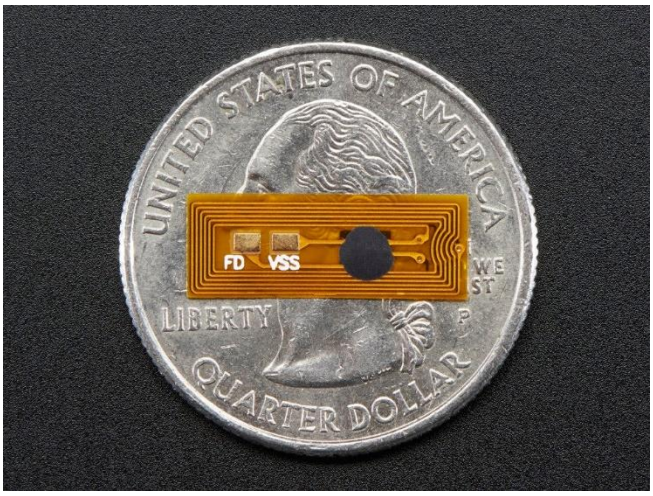
Domet transpondera vezan je za korištenu frekvenciju i vrstu napajanja. Domet transpondera koji radi na niskim frekvencijama iznosi do 30 cm, na visokim frekvencijama do 1 m, a na ultravisokim frekvencijama do 6 m.

Pasivni RFID transponderi nemaju unutrašnji izvod napajanja. Za napajanje sklopovlja ovakvih transpondera koristi se energija prikupljena iz dolaznog radio signala određenih

svojstava. Kako nemaju vlastiti izvor napajanja, izvedba pasivnog transpondera može biti vrlo malih dimenzija, prikladnih za ugradnju u naljepnice ili pod kožu. Moguće su i izrazito jeftine izvedbe što ih daje masovnu primjenu u trgovinama odjeće i slično. Primjer pasivnog transpondera nalazi se na slici 7. [6]

Djelomično aktivni RFID transponderi sadrže bateriju koja napaja mikročip, a za napajanje antene koristi se energija prikupljena iz signala čitača. Kako po strukturi napajanja, tako i po radnim karakteristikama djelomično aktivni RFID transponderi nalaze se između pasivnih i aktivnih transpondera, s pojedinim prednostima i manama iz obje skupine. [6]

Aktivni RFID transponderi posjeduju unutrašnji izvor napajanja. Oni su mnogo pouzdaniji od pasivnih zbog mogućnosti uspostavljanja sjednice s čitačem. Veća snaga emitiranog radio signala, omogućena vlastitim napajanjem, čini ih učinkovitijim u zahtjevnim radnim okolinama, kao što su voda, metal, veće udaljenosti (čak do 100 m dometa). Aktivne RFID transpondere moguće je ugraditi i razne senzore, primjerice temperaturne, koji se koriste za nadzor sazrijevanja betona ili nadgledanja temperature kvarljive robe. Dosad su u ove transpondere integrirani i senzori vlažnosti, vibracije, svjetla i radijacije. [6]



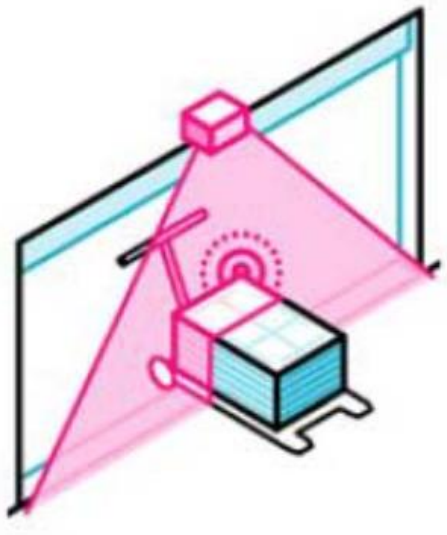
Slika 7 RFID transponder, [7]

3.3.2 RFID čitači

RFID čitači se razlikuju po složenosti, ovisno o vrsti transpondera s kojima čitač radi i o korištenim frekvencijama. Njihov je zadatak komunikacija s transponderima i prijenos podataka do računala gdje se obavlja daljnja obradba. Sastoje se od antene za razmjenu podataka sa transponderom i upravljačkog uređaja koji obrađuje podatke i komunicira s računalom. Kod jednostavnih RFID sustava čitačev impuls energije je na transponder djelovao samo kao sklopka za uključivanje i isključivanje. Kod složenijih sustava radio signal kojega čitač odašilje može sadržavati naredbe transponderu, instrukcije za čitanje i pisanje memorije pa i zaporke. Najjednostavniji čitači omogućuju čitanje samo jedne vrste transpondera, koristeći samo jednu frekvenciju i jedan protokol, dok oni složeniji koriste različite protokole, omogućuju odabir podataka, provjeru i ispravljanje grešaka. [6]

3.3.3 Primjena RFID tehnologije

RFID tehnologija idealna je za primjene kod kojih je potrebna sigurna i jedinstvena identifikacija te dugotrajnost i izuzetna otpornost identifikatora na razne specifične utjecaje okoline, a bez izravne vidljivosti. RFID sustavi kod prvog očitanja imaju točnost od 99,5 %. Ova tehnologija se najviše susreće u transportu i logistici, proizvodnji i kontroli. Koristi se za označavanje životinja u uzgoju, praćenje proizvoda u opskrbnom lancu, praćenje poštanskih pošiljaka, prtljage u zračnom prometu, nadzor u trgovinama. U transportu robe, željeznice i identifikacije koristi se UHF RFID sustavi zbog svog većeg dometa. Primjerice u RFID čipovi se koristi u skladištima. Slika 8 pokazuje stacionarni RFID čitač koji kontrolira ulazak i izlazak robe. Svaki prolazak robe koja ima RFID transponder je zabilježen i na ovaj način je omogućeno automatsko očitavanje prometa robe i održavanje ažurne evidencije skladišta. [6]

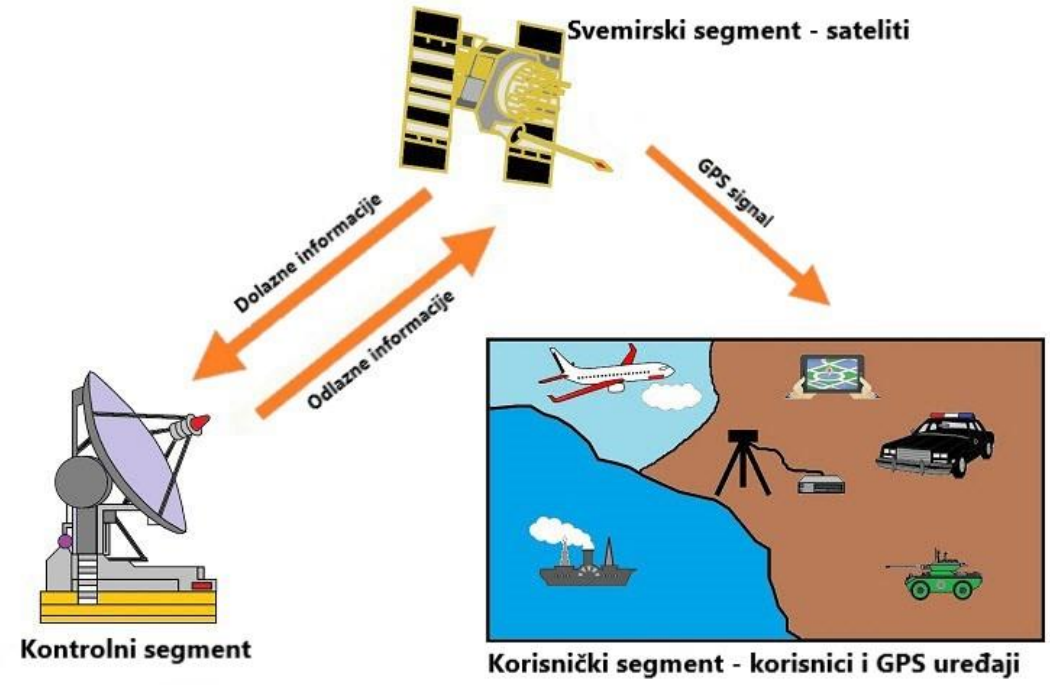


Slika 8 Primjena RFID sustava u skladištu, [6]

3.4 GPS sustavi

GPS (*Global positioning system*) je satelitski radionavigacijski sustav u vlasništvu Ministarstva obrane SAD-a. GPS je globalni navigacijski satelitski sustav koji pruža geo-lokaciju i vremenske informacije GPS prijamniku bilo gdje na planetu Zemlji gdje postoji nesmetana linija vidljivosti za četiri ili više GPS satelita. Prirodne prepreke mogu prouzročiti smetnje ili blokirati signal GPS sustava. Ovaj sustav omogućuje korisniku određivanje sve tri koordinate trenutnog položaja u jedinstvenom svjetskom koordinatnom sustavu. GPS sustav se sastoji iz tri dijela: (Slika 9.) [8]:

1. Svemirski segment – sateliti u orbiti Zemlje,
2. Kontrolni, upravljački segment – kontrolne zemaljske postaje,
3. Korisnički segment – korisnici i GPS uređaji.



Slika 9 Dijelovi GPS sustava, [9]

3.4.1 Svemirski segment GPS-a

Svemirski segment GPS-a se sastoji od mreže 32 operativna satelita koji su u približno kružnoj orbiti oko Zemlje. GPS sateliti su položeni u šest ravnina u kojima leže po četiri satelita. Inklinacija ravnina i pozicija satelita je sastavljena na taj način da je osam satelita uvijek u liniji vidnog polja s bilo koje lokacije na Zemlji. Sateliti su položeni na visini od 20200 kilometara i omogućuju odašiljanje radio-signala, imaju na sebi atomski sat, elektronska računala. Signali koje sateliti šalju kodirani su u dvije vrste: za civilnu upotrebu i vojnu upotrebu. [10]

3.4.2 Upravljački segment GPS-a

Upravljački segment sastoji se od mreže postaja za praćenje i kontrolu diljem svijeta. Primarni zadatak kontrolnog segmenta je praćenje položaja GPS satelita i njihovo održavanje u pravilnim orbitama uz pomoć naredbi za manevriranje. Osim toga, upravljački sustav također određuje i održava integritet sustava na brodu, atmosferske uvjete, podatke iz atomskih satova i druge parametre. [10]

3.4.3 Korisnički segment GPS-a

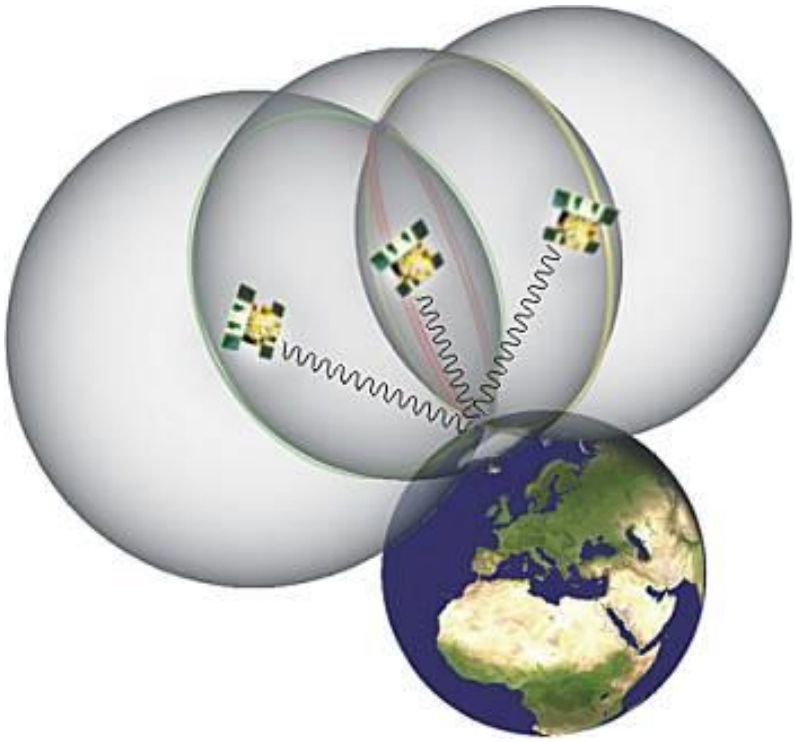
Korisnički segment GPS-a sastoji se od krajnjih korisnika. Da bi se pristupilo GPS uslugama korisnik mora imati GPS prijamnik poput mobilnog telefona, navigacije, GPS modula. S GPS prijamnicima, civilni korisnici mogu saznati poziciju, točno vrijeme i brzinu kojom se kreću, dok ih vojska koristi za precizno pozicioniranje, navođenje projektila, zrakoplova, brodova i ostale namjene. [10]

3.4.4 Princip rada GPS-a

Kako bi GPS prijamnik odredio svoj položaj potrebno je imati informaciju položaj satelita i njihova udaljenost. Prijamnik od satelita prikuplja dvije vrste kodiranih informacija. Podaci o položaju satelita u bilo kojem trenutku nazivaju se podacima almanaha. Ponekad, kad GPS-prijamnik nije dulje vrijeme uključen, podaci almanaha su zastarjeli ili "hladni". Kad je GPS-prijamnik "hladan", trebat će mu malo dulje vrijeme da pronađe satelite. Prijamnik se smatra "toplim" kad su podaci sakupljani u posljednjih četiri do šest sati. Prikupljeni podaci kontinuirano prenose i spremaju u memoriju GPS-prijamnika, tako on „zna“ orbite satelita i može izračunati gdje će se sateliti nalaziti. Kako sateliti mijenjaju poziciju, podaci iz almanaha se periodički ažuriraju novim informacijama. Svaki satelit može putovati malo izvan orbite pa zemaljska stanica za praćenje prati orbite satelita, njihovu visinu, položaj i brzinu. Zemaljska stanica za praćenje šalje orbitalne informacije glavnoj kontrolnoj stanici, koja šalje satelitima ispravljene podatke. Ti ispravljeni i egzaktni podaci o položajima nazivaju se "efemeride", vrijede do šest sati i šalju se GPS-prijamnicima u obliku kodiranih informacija. Slika 10 predstavlja ilustraciju određivanja lokacije putem GPS satelita. [11]

Kad GPS prijamnik zna precizan položaj satelita u prostoru, treba znati koliko su oni daleko kako bi mogao odrediti svoj položaj na Zemlji. Udaljenost od satelita jednaka je brzini emitiranog signala pomnoženog s vremenom koje treba da signal dođe do prijamnika. Nadalje, satelit generira i šalje „pseudoslučajni“ kod, a GPS prijamnik generira isti kod i nastoji ga prilagoditi kodu satelita. Prijamnik tada uspoređuje dva koda da bi odredio koliko treba pomaknuti svoj kod kako bi odgovarao kodu satelita. To vrijeme kašnjenja množi se s brzinom svjetlosti da bi se dobila udaljenost. Sat na GPS prijamniku

nije tako precizan kao atomski sat GPS satelita pa je potrebno još ispraviti iznos pogreške sata GPS prijamnika. [11]



Slika 10 Ilustracija određivanja položaja GPS-om, [11]

3.5 GSM lociranje

GSM *(eng. Global System for Mobile Communications)* je međunarodni standard za mreže mobilne telefonije. Pored prijenosa glasa i podataka, taj standard omogućava i usluge kao što su SMS, MMS i slično. GSM je mobilna mreža, što znači da se mobilni telefoni povezuju s njom pretraživanjem ćelija u neposrednoj blizini. GSM mreže djeluju u više različitih frekvencijskih područja, podijeljena na 2G i 3G mrežu. Većina 2G mreža djeluje u frekvencijama od 900 MHz ili 1800 MHz. U Europi 3G mreža djeluje na frekvencijskom pojasu od 2100 MHz. [12]

GSM mreža se sastoji od:

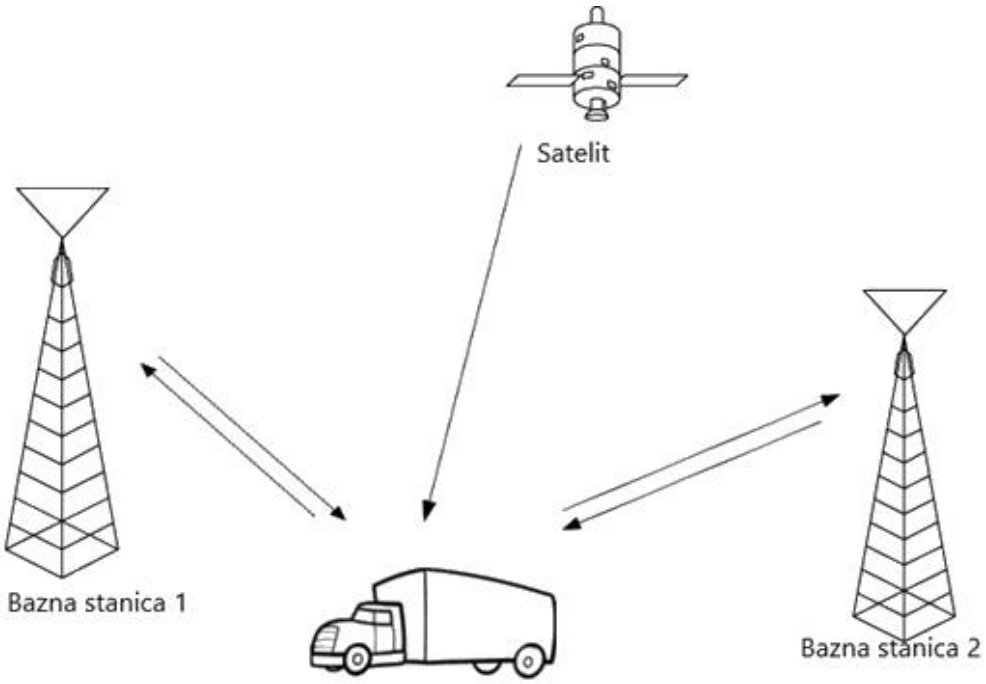
- podsustava baznih stanica i njihovih upravljačkih jedinica,
- mrežni i komutacijski podsustav,
- GPRS mreža,
- sustav operacijske podrške. [12]

Metode lociranja putem GSM-a mogu se podijeliti na tri vrste. Sustavi lociranja su mrežni, na temelju uređaja i hibridni. Metoda lociranja mrežom određuje položaj mobilnog terminalnog uređaja korištenjem mreže mobilne telefonije to jest davatelja usluga. U procesu određivanja položaja pružatelj usluga identificira relativnu poziciju mobilnog uređaja u odnosu na GSM baznu primopredajnu stanicu. Metoda koja se koristi je CGI (eng. *Cell Global Identify*). CGI koristi radio-stanicu kao jedinstveni identifikator i predstavlja nisku implementaciju. Ovisno o dimenzijama radio ćelija, točnost pozicioniranja iznosi od 100 metara do 35 kilometara. Zbog velike varijacije u točnosti određivanja lokacije ova metoda ne nalazi primjenu u logističkim sustavima. [13] [14]

Metoda lociranja na temelju uređaja prikupljaju podatke s uređaja za potreba pozicioniranja. Metoda E-OTD (eng. *Enhanced Observed Time Difference*) određuje položaj na principu računanja vremena dolaska signala, to jest vrijeme kašnjenja signala koji se emitiraju iz najmanje tri GSM bazne primopredajne stanice. Sustavi bazirani na ovoj metodi mogu odrediti lokaciju na 50 metara do 125 metara. Ove metode imaju veliku varijaciju u određivanju točnosti lokacije te se zbog toga u ove metode može integrirati i GPS lociranje kao što je prikazano na slici 11. Tada se dolazi do hibridnog sustava

lociranja. GPS lociranje ima potencijal za integraciju ovih tehnologija i povećanje točnosti lociranja. Pokrivenost i točnost GPS-a je odlična u okolišu gdje nema prirodnih prepreka i izvan gustih urbanih područja. U tim područjima GSM lociranje može dohvatiti lokaciju identifikatora to jest mobilnog uređaja. Tada se lokacija može odrediti sa sigurnošću u krugu od tri do 30 metara. Neke od prednosti hibridnog sustava za logističke sustavu su: [13] [14]

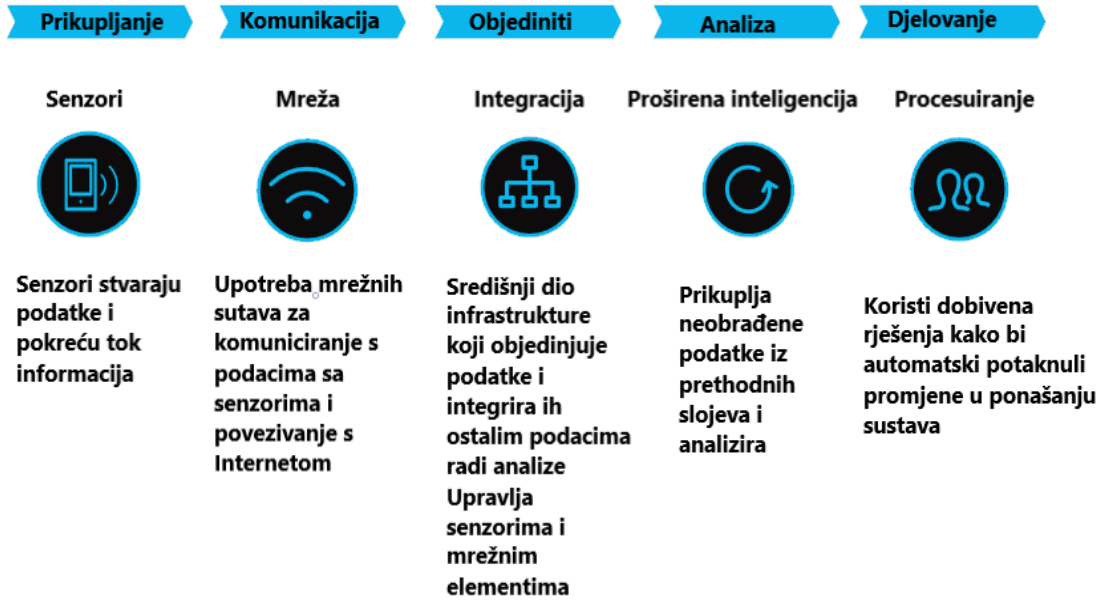
- omogućuje određivanje položaja kada je manje od četiri satelita vidljivo,
- pruža veću dostupnosti, jer spaja i proširuje područja pokrivenosti GSM i GPS mreže,
- omogućuje kontinuirano praćenje nakon početnog lociranja hibridnom metodom,
- poboljšava rad prijamnika u urbanim sredinama gdje je dominantna visokogradnja.



Slika 11 Hibridni sustav lociranja s upotrebom jednog satelita, [13]

3.6 Internet stvari

Internet stvari, IoT (eng. *Internet of Things*) nije fizička tehnologija kao primjerice RFID, barkod ili GPS, već koncept u koji su sve te tehnologije uvrštene. Koncept „Internet stvari“ je stvorio Britanac Kevin Ashton. 1999. godine ideja je nastala kao sustav u kojem fizički, materijalni svijet komunicira s računalima, razmjenjuje informacije sa sveprisutnim senzorima. U ovakvom pristupu, stvara se sustav ne samo od predmeta, već i od procesa, podataka, ljudi, atmosferskih pojava – svega što se može tretirati kao varijabla. Primjena Interneta stvari može biti raznolika: od zdravstva, industrije, energetike i logistike. Razvijanjem tehnologije IoT sve više povezuje senzore, ugrađenu inteligenciju, naprednu analizu, sustave podrške u poslovanju i ljude. IoT sustav se sastoji od sinkronizacije različitih sustava: GPS-a, RFID, različitih senzora i informacijskih upravljačkih sustava.



Slika 12 Internet of Things arhitektura, [15]

Upravo su senzori žila kucavica ovog sustava. Senzori su uređaji koji detektiraju promjene električne ili fizičke veličine i proizvodi potvrdu promjene te količine. Senzori pretvaraju fizičku promjenu u električne signale koji se mogu prenijeti i interpretirati drugdje. Mnogi IoT uređaji imaju senzore koji registriraju promjenu temperature, svjetlosti, pritiska, zvuka i gibanja. Za uspješno provođenje IoT-a potrebno je razviti senzore koji precizno bilježe svaku stvarnu promjenu u okruženju. Senzori mogu biti temperaturni,

optički, senzori pokreta i senzori pritiska. Oni su prva karika u arhitekturi IoT sustava kao što je vidljivo na slici 12. Primjeri primjene IoT tehnologije u transportnom lancu vidljive su na slici 13. [16]



Slika 13 Područje primjene IoT u transportnom lancu, [17]

Big Data analitički alati

U današnje vrijeme brzim razvojem Interneta svakodnevno se stvara i prikuplja takva ogromna količina informacija da njihova obrada i analiza nadilaze mogućnosti tradicionalnih alata. Međutim, postoji tehnologija pomoću koje možemo provesti analizu: *Big Data „*Veliki podaci“. *Big Data* nam omogućuje brzo i učinkovito upravljanje i korištenje ove stalno rastuće baze podataka. Ova tehnologija omogućava analizu i razdvajanje važnih od onih manje važnih informacija. Pomaže pri donošenju zaključaka i podupire učinkovit prijenos znanja za postizanje poslovnih ciljeva. *Big data* sastoje se od četiri dimenzije:

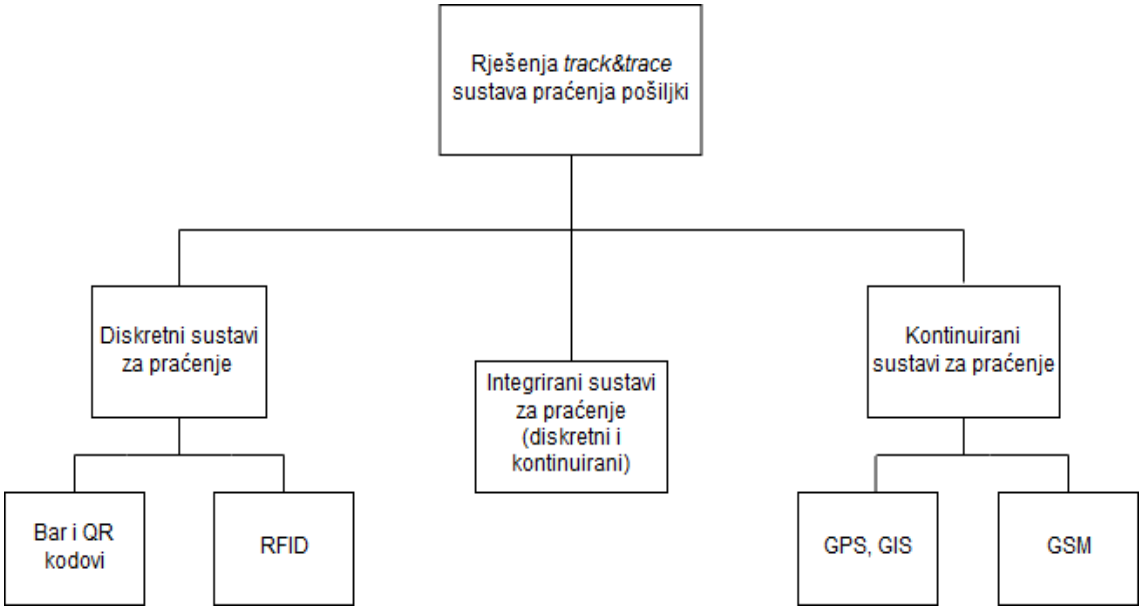
- volumen podataka,
- raznolikost podataka,
- brzina generacije novih informacija,

- važnost podataka. [16]

Ono što IoT dostavi u obliku informacija, *Big Data* obrađuje i razvrstava informacije. Omogućava analizu na naprednijoj razini uspoređujući s ostalim alatima. Čak i informacije koje su se prikupile iz različitih međusobno ne kompatibilnih sustava, baza podataka su obrađene i sastavljene kako bi dale jasniju sliku situacije u kojoj se nalazi razmatrana tvrtka. Primjer *Big Data* tehnologije u području logistike dolazi iz DHL-a. „*Resilience360“* je alat dizajniran za upravljanje rizikom u opskrbnom lancu. Ovaj alat može klijentima pružiti informacije o mogućim smetnjama u opskrbnom lancu. Kroz prikupljanje i procjenu podataka moguće je ne samo zaštiti već i poboljšati učinkovitost opskrbnog lanca. DHL pokazuje da uporaba *Big Data* analitičkih alata povećava operativnu učinkovitost, istovremeno pružajući mogućnost istraživanja novih poslovnih modela. [16]

4 SUSTAVI PRAĆENJA POŠILJKI U TRANSPORTNIM LANCIMA

Kada se govori o praćenju pošiljaka, u stručnoj engleskoj literaturi se pojavljuje izraz *track and trace (T&T)* tehnologija. U hrvatskom jeziku za oba izraza možemo reći da je to praćenje, no ti izrazi imaju različita značenja. Pa tako za izraz *track* i *tracking* možemo reći kako je to praćenje pošiljaka u stvarnom, *real-time* vremenu, odnosno to je mogućnost identifikacije, prepoznavanja sadašnjeg stanja i/ili pozicije pošiljki ili robe tijekom transporta, skladištenja ili proizvodnje. Nadalje, za *trace* i *tracing,* u prijevodu sljedivost, možemo reći da je to mogućnost repriziranja transportnog procesa pošiljke, dakle povijest životnog ciklusa pošiljke, sve lokacije kroz koje je prolazila u svom putu od polazišta do odredišta. Na slici 14 može se vidjeti podjela sustava za praćenje. [18] [19]



Slika 14 Podjela track&trace sustava za praćenje, [18]

4.1 Diskretni sustavi za praćenje

Pružatelji kurirskih, ekspresnih i paketnih usluga već neko vrijeme nude opciju praćenja pošiljki putem interneta kao standardnu usluga praćenja paketa tijekom transporta i dostave. Zbog veličina i dimenzija paketa ovaj dio logističke industrije koristi barkodove i automatske skenere za identifikaciju i lociranje paketnih pošiljki. Primjer toga je Hrvatska pošta koja nudi lociranje paketa na svojim stranicama, ako upišete identifikacijski broj pošiljke. Kada se upiše identifikacijski broj pošiljke sustav izbaci zadnji distribucijski centar gdje se pošiljka nalazila ili da je pošiljka trenutno u dostavi. Ovo je primjer diskretnog *track&trace* sustava u kojem se može saznati lokacija i stanje pošiljke samo kada ona prođe kroz skener, to jest ulaznu ili izlaznu točku u distributivnom centru. Prednosti barkod sustava je visoka razina unificiranosti i standardizacije sustava, jeftina implementacija i niska razina operativnih troškova. Zbog tih karakteristika barkod sustavi praćenja imaju visoku razinu integriranosti u opskrbnim lancima, odnosno logistici. Problemi u upotrebi ove vrste tehnologije nastaju zbog potrebne uočljivosti barkoda. Čitač mora biti u mogućnosti skenirati i pročitati kod. U transportu robe, naljepnice su podlože prljavštini ili uništenju što dovodi to nemogućnosti čitanja koda. Nadalje postupak skeniranja robe je jednoznačan i nefleksibilan s obzirom na promjene u registriranim informacijama. [14] [18]

Osim barkoda u diskretne *track&trace* sustave spada i RFID tehnologija. U primjeni ovog sustava potrebno je imati infrastrukturu koja ga podržava. Na svaku pošiljku ili proizvod ugrađuje se RFID transponder. Ovisno o vrsti transpondera on može biti pasivan, aktivan ili djelomično aktivan. Aktivni i djelomično aktivni transponderi imaju domet do 100 metara, što ovu tehnologiju uvelike razlikuje od barkoda, gdje svaka naljepnica mora biti u fizičkoj blizini čitača. RFID čitači identificiraju pošiljke pomoću informacija koje su pohranjene u RFID transponderima. Te informacije mogu biti težina, veličina, sastav i sadržaj pošiljke, temperatura, datum proizvodnje, dakle bilo koja informacija koju pošiljatelj želi staviti u pohranu. RFID čitači se postavljaju na ukrcajno, iskrcajne rampe, viličare, skladišna vrata ili transportne jedinice, to jest na uska grla u transportnom lancu. Nedostaci ovog sustava su visoki troškovi implementacije i problem zaštite podataka. Problemi s implementacijom ovog sustava mogu nastati kada su u transportnom lancu uključeni podizvođači i kooperanti zbog toga što infrastruktura čitača i informacijskog

sustava mora biti primijenjena u cijelom transportnom lancu. Nadalje, postoje problemi sa standardizacijom tehnologije RFID-a, no zato je dostupan EPC elektronski kod proizvoda, koji je dizajniran kao jedinstven identifikacijski sustav.

Prednosti RFID sustava je mogućnost ponavljanja čitanja i zapisivanja podataka na transpondere. Sposobnost zaprimanja i identificiranja velikog broja pošiljki, mogućnost korištenja dodatnih senzora za prikupljanje podataka o pošiljci. Otpornost ovog sustava velika je prednost osim u prisutnosti metala, tekućina i vodljivog materijala koji negativno utječu na ovu tehnologiju temeljenu na radio frekvenciji.

Ovi sustavi pružaju nam geografsku lokaciju pošiljke samo kada su označene pošiljke u blizini fiksnih RFID čitača. Informacije iz praćenja pošiljke možemo dobiti samo ako ona dođe do predefinirane fiksne točke. Ovi *track&trace* sustavi mogu biti opisani kao praćenje u točkama ili događajima jer se i dalje ne može znati što se događa s pošiljkom između dvije točke čitanja, koje mogu biti ukrcaj, iskrcaj, manipulacija ili dostavna točka. Zbog toga možemo reći da su ovo diskretni sustavi praćenja pošiljaka. [14] [18]

4.2 Kontinuirani sustavi za praćenje

Kontinuirani sustavi za praćenje omogućuju nam određivanja lokacije pošiljke u bilo kojem trenutku. Korištenjem GSM tehnologije točnost pozicioniranja može biti od 100 metara do 35 kilometara, što nije prihvatljivo u logističkim sustavima koji ovise o točnosti. Tu GPS tehnologija može nadomjestiti nedostatak točnosti do čak pozicioniranja u nekoliko metara. Postoji niz prednosti kontinuiranih sustava. Primjerice to je transparentnost transportnog lanca, u svakom trenutku se može znati gdje je pošiljka. Daljnje prednosti su povećanje efikasnosti dostave kroz brže identificiranje problema, pronalaženje uskih grla u nabavnoj logistici, povećana sigurnost za klijente, pouzdaniji podaci za planiranje proizvodnje i brže vrijeme reakcije za kašnjenja u transportu. Kritike na račun GPS tehnologije dolaze zbog skupe implementacije i povremene nepouzdanosti, primjerice pri upotrebi u kontejnerskom transportu i vozilima gdje je zbog konstrukcije signal može oslabiti te GPS odašiljač više nema povezanost s četiri satelita koja su potrebna određivanje pozicije.

Primjer uporabe GPS-a pronalazimo u praćenju transporta prekooceanskih kontejnera i praćenje željezničkih vagona. Njemačka logistička tvrtka Deutsch Bahn Schenker Rail implementirala je GPS uređaje u 15 000 željezničkih vagona kako bi dobili podatke od prijeđenoj udaljenosti i tehničkoj ispravnosti vagona. Intervali između dva servisa također su uzeti u obzir. GPS se još koristi za telematiku to jest upravljanje voznim parkom. Ovo je glavna praktična primjena GPS praćenja, gdje se mogu dobiti podaci o vozaču, vozilu, prometnim informacijama i navigaciji u samom vozilu. [18]

4.3 Integrirani sustavi za praćenje

Integrirani sustavi za praćenje nastali su spajanjem tehnologija diskretnog praćenja s naglaskom na RFID i tehnologija kontinuiranog praćenja. Svaka od zasebnih tehnologija ima svoje prednosti i nedostatke te bi njihovom integracijom sustav mogao uvelike uznapredovati u smislu prikupljanja informacija. Primjerice, informacije pohranjene u RFID transponderima mogu se čitati tek kada se transponderi nađu blizini točne čitanja, to jest u neposrednoj blizini RFID čitača. Sa spojem dvaju tehnologija te informacije mogle bi se očitavati u stvarnom vremenu na zahtjev korisnika. Ovakva sinkronizacija podataka moguća je integracijom RFID čitača s GSM modulom koji bi slao informacije u centralnu jedinicu. Integrirani sustav može naći primjenu u transportu osjetljive robe, koja ovisi fizičkim parametrima poput temperature, vlage i slično. RFID čitači koji imaju senzore za nadzor tih parametara, informacije šalju u stvarnom vremenu. Tada korisnici mogu u svakom trenutku provjeriti status pošiljke te postoji mogućnost brze reakcije u slučaju nepredvidivih događaja. [20]

Prednost ovog sustava su prednosti diskretnog i kontinuiranog praćenja. Pri korištenju ovog sustava korisnici imaju apsolutnu transparentnost transportnog lanca. Informacije o sastavu pošiljke koja je zapisana u RFID čipu, lokacija pošiljke su dostupne u stvarnom vremenu. Problem ovih sustava su naravno veći troškovi održavanja, implementacije i standardizacija. Primjerice na globalnoj razini RFID frekvencije nisu usklađene. Japan koristi 2.45 GHz, Europa 868 MHZ, a SAD 915 MHz dok Kina još nije objavila svoj standard. Dogovor o globalnom informacijskom standardu je ključ realizacije postizanja stvarne visoke učinkovitosti obrade podataka u globalnoj logistici. U mane ovog sustava možemo još svrstati i sigurnost. Zaštita informacija je potrebna jer ako se podaci iz RFID čipova mogu svojevoljno pročitati, to može stvarati problem. Kriminalci bi u teoriji vrlo lako mogli doći do vrijednih informacija iz pošiljaka te saznati koji je dio pošiljke otuđiti. Krijumčari bi pak mogli krivotvoriti podatke u svrhu izbjegavanja inspekcija i slično. U ovom slučaju možemo reći da bi ove tehnologije trebale biti strogo kontrolirane i standardizirane kako bi izbjegli mogućnost manipulacije informacijama. [21]

5 PRIMJENA SUSTAVA PRAĆENJA POŠILJAKA U TRANSPORTNIM LANCIMA

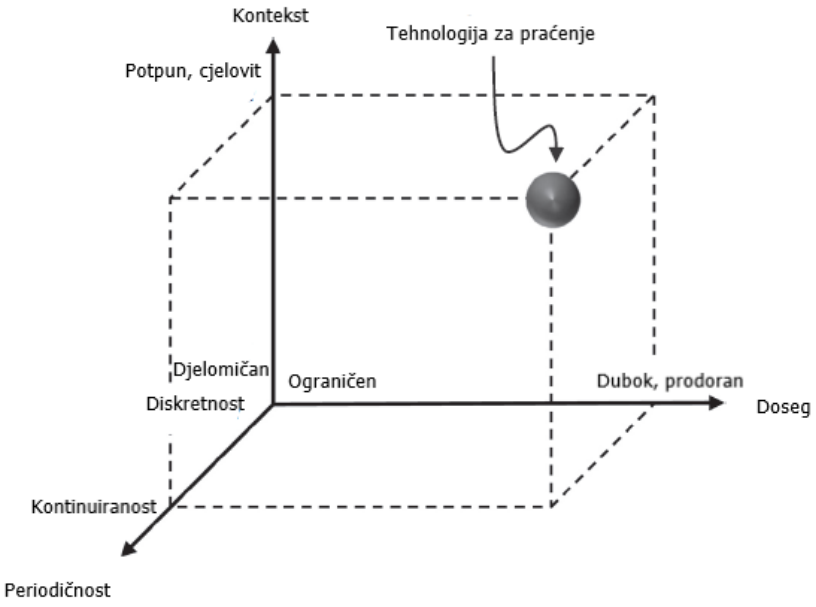
Već je uvelike poznato kako informacijska tehnologija ima veliku ulogu u upravljanju protokom proizvoda i robe kroz opskrbni lanac. Informacijska tehnologija može sudionicima opskrbnog lanca omogućiti:

- dijeljenje informacija u mreži opskrbe,
- dijeljenje informacija o ponudi, potražnji i zalihama,
- usklađivanje pravila naručivanja i prognoziranje potražnje,
- smanjenje rizika,
- efikasniju komunikaciju i suradnju,
- kreiranja efikasnijih struktura opskrbnog lanca.

Jedna od obećavajućih informacijskih tehnologija je upravo tehnologija praćenja koja se može, ako se efikasno implementira, imali veliki utjecaj na transformaciju opskrbnih lanaca i njihovo upravljanje kroz pristup detaljnim informacijama u stvarnom vremenu. Već spomenute tehnologije poput RFID-a, GPS-a, GSM-a mogu isporučiti informacije poput lokacije, brzine, ubrzanja, temperature, vlažnosti, podatke o proizvodu poput: cijena, dimenzija, fizičkih karakteristika i slično. Nadalje, informacije o vozilu kao što su: dijagnostički podaci vozila, pritisak u gumama, potrošnja goriva i ostalo.

Ove tehnologije praćenja omogućuju jedinstvene vrijednosti pružanjem informacija u tri dimenzije: kontekst, doseg i periodičnost. Dok su ostale tehnologije ograničene na samo jednu od tih dimenzija, *track&trace* tehnologija je prilagođena za tri dimenzije: kontekst, doseg i periodičnosti kao što je prikazano u slici 15. [22]

Periodičnost prikupljanja i osiguranosti važnih informacija se također povećava s implementacijom tehnologija praćenja. Napredne tehnologije koje se oslanjaju na senzore prikupljaju i dostavljaju ogromne količine informacija u stvarnom vremenu. Ove periodične informacije omogućuju tvrtkama vizualizaciju opskrbnog lanca kao procesa koji se stalno mijenja. Probleme pri protoku proizvoda lakše je identificirati što je veći protok informacija. Proizvodima koji su osjetljivi oštećenja se mogu dogoditi u sekundama i te informacije se mogu izgubiti ako je bez konstantnog protoka informacija. [22]



Slika 15 Tri dimenzije vrijednosti koje poboljšavaju dostupnost informacija, [22]

Kontekst je govorna odnosno misaona cjelina kojoj neka riječ, rečenica, izjava, informacija pripada i po kojoj dobiva svoj određeni smisao. [23] Kontekst definiramo kao svaku informaciju koja se može koristiti za karakterizaciju stanja entiteta, pri čemu entitet može biti osoba, mjesto ili fizički ili računski objekt. [24] Tehnologije praćenja omogućuju dostupnost ovih kontekstualnih informacija o opskrbnim lancima i u trenutku i vremenu djelovanja. Primjerice u industriji hrane, postoji trend praćenja namirnica od „farme do stola“, dakle od proizvodnje do krajnjeg korisnika. Vidljivost opskrbnog lanca omogućuje proizvođačima i prodavačima nadzor na kontekstualnim informacijama kao što su lokacija, vlažnost, rok trajanja i temperatura brzo pokvarljivih proizvoda te *food milage* odnosno udaljenost koju hrana prijeđe od nastanka pa do krajnjeg korisnika. Prikupljanjem i analizom informacija, otkrivaju se nedostaci u lancu opskrbe što omogućava prehrambenim tvrtkama da postignu smanjenja kvarljivosti proizvoda i poboljšaju zdravstvene i sigurnosne usluge za krajnjeg korisnika. [22]

Doseg je definiran kao radijus uvida u informacije i pristupa koji tvrtka ima unutar opskrbnog lanca. U kontekstu opskrbnog lanca, tehnologije praćenja su proširile doseg tvrtke od ograničenog do dubokog. Tvrtka koja nadzire trenutnu lokaciju materijala u transportu je spremnija za prepravak rasporeda proizvodnih aktivnosti na temelju dostupnih dijelova. Povećavanjem dosega ovih tehnologija, analiza informacija tijekom dostave dijelova ili materijala dobavljačima, daje mogućnost tvrtkama da bolje prognoziraju i izbjegnu buduće negativne posljedice u opskrbi. [22]

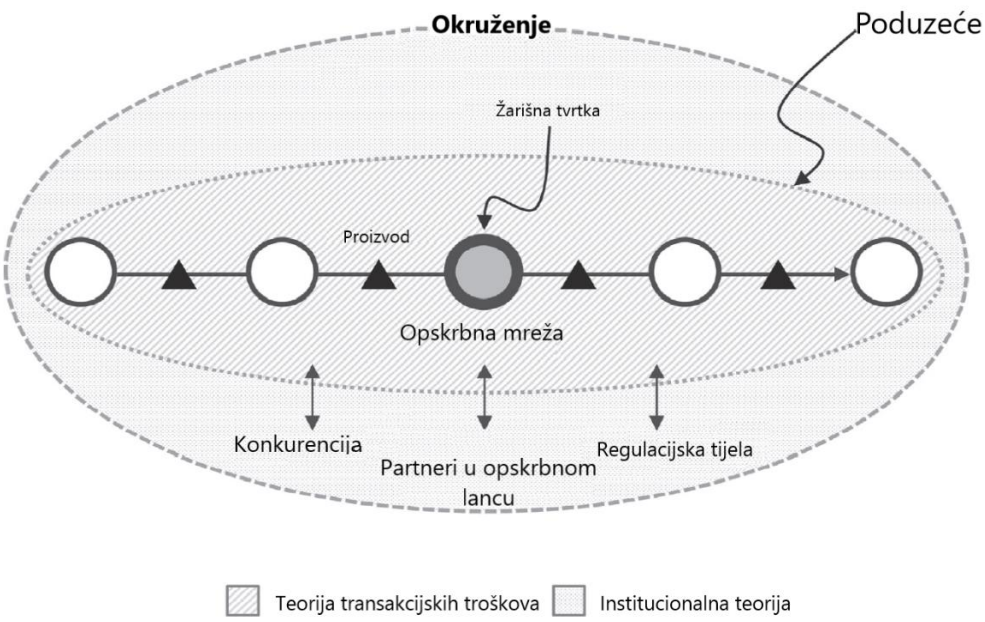
Tehnologije praćenja omogućuju tvrtkama prelazak s lokalnog periodičnog i statičnog dotoka informacija na potpuno pregledan i kontekstualan opskrbni lanac. Uz pretpostavku da su svi sudionici opskrbnog lanca voljno podijeliti informacije, ti podaci se mogu koristiti u stvarnom vremenu, ili se upotrijebiti za stvaranje dinamičnog modela koji vrlo precizno prikazuje događaje u opskrbnom lancu. [22]

5.1 Teorija transakcijskih troškova i institucionalna teorija

Implementacija tehnologija praćenja u opskrbni lanac može se odvijati prema dvije teorije. Želja i zahtjev za učinkovitosti, konkurentnost, zahtjevi krajnjeg korisnika i propisi spadaju u teoriju transakcijskih troškova. Ova teorija analizira odluku poduzeća koje teži učinkovitosti. Prema ovoj teoriji organizacijski sustav jednog poduzeća je usvojen zbog svoje veće učinkovitosti od ostalih alternativnih organizacijskih sustava. Prema institucionalnoj teoriji nisu sve poduzetničke odluke rezultat racionalnih ekonomskih odluka. Na te odluke utječu norme, vrijednosti i tradicije koji stvaraju pritisak na organizaciju, tvrtku u obliku vanjskog utjecaja. Koristeći samo teoriju transakcijskih troškova tvrtke razmatraju samo alternative koje će maksimizirati učinkovitost. Institucionalno okruženje može značajno utjecati na to kako tvrtka gleda na odluku i koje će se alternative razmatrati. Primjerice, prilikom primjene tehnologije praćenja A u tvrtku, čije rješenje omogućuje maksimalnu vidljivost u opskrbnom lancu, institucije mogu propisati korištenje tehnologije B, čije su mogućnosti veće od sadašnjih u tvrtki ali manje od mogućnosti tehnologije A. Kroz teoriju troškova tvrtka neće razmatrati tehnologiju B kao alternativu, već samo kroz razmatranje obje teorije vidimo zašto bi tehnologija B trebala biti primijenjena. Sa spajanjem dviju teorija može se dobiti uvid u dublju analizu. S fokusom na učinkovitost, teorija transakcijskih troškova omogućuje razmatranje

prednosti koje tehnologija praćenja daje u opskrbnom lancu. A kako je primjena tehnologije dinamičan proces, institucionalna teorija predstavlja fleksibilnost i ukazuje na ograničenja koja postoje u okruženju i regulativama. Prema institucionalnoj teoriji postoje tri različita pritiska okoline zbog kojih tvrtke usvajaju tehnologije. Prvi od njih je oponašanje drugih uspješnijih tvrtki. Ukoliko tvrtka B ima već usvojenu i funkcionalnu tehnologiju praćenja, tvrtka A će pokušati oponašati njihove korake, ovisno kakvu percepciju imaju u uspjesima tvrtke B. Pritisak okoline stvara očekivanja od ostalih sudionika u lancu o kojima tvrtka ovisi. Također, nameću se društvene norme prema kojima tvrtka mora postupati ukoliko želi napredovati. Normativni pritisak odnosi se na pritisak na poduzeće da djeluje u okviru legitimnih normi definiranih kolektivnim očekivanjima organizacija unutar polja u kojem tvrtka djeluje. S obzirom na količinu informacija koje tehnologija praćenja omogućuje, pritisak za primjenom tehnologije će rasti. Što više konkurentnih poduzeća uvede tehnologiju u svoje sustave, korisnici i sudionici lanca će stvoriti pritisak okoline za pristup informacija koje je *track&trace* tehnologija omogućila. [22]

Prilikom spajanja ovih teorija napravljen je koncept (slika 16.) opskrbnog lanca u kojemu se razmatraju pogodnosti za sudionike lanca i okruženja u kojem sudionici posluju, a u kojem se tehnologija praćenja polako implementira. Sustav opskrbnog lanca sastoji se sudionica, njihovih veza i institucija koje usmjeravaju njihovo ponašanje. U sustavu postoje tri neraskidivo povezana socio-tehnička konteksta koja definiraju taj sustav za tvrtku. Opskrbna mreža je definirana međuorganizacijskom mrežnom strukturom tvrtki, prirodom i opsegom njihovih odnosa s partnerima u opskrbnom lancu, korisnicima i dobavljačima. Također bitna je tehnološka infrastruktura i procesi koji olakšavaju protok informacija između njih. Kontekst proizvoda opisuje tijek proizvoda kroz opskrbnu mrežu. Ovi konteksti su ugrađeni u šire okruženje, koje se sastoji od tri institucionalna sudionika: konkurencije, regulatornih tijela i partnera u opskrbnom lancu. Kako bi razumjeli kako tvrtke reagiraju na tehničke prednosti tehnologije praćenja, dok se bave institucionalnim ograničenjima koja su im postavljena, zajedničko razmatranje sva tri konteksta je potrebno. [22]



Slika 16 Sustav opskrbnog lanca, [22]

Tvrtke djeluju unutar ovog sustava dok prolaze dinamičan proces kroz koji se usvaja tehnologija praćenja. Primjena tehnologije praćenja definirana je kao stupanj u kojem tehnologije za praćenje podržavaju i omogućavaju važne poslovne aktivnosti i postaju široko rutinirane u lancima opskrbe. [22]

5.2 Faze primjene tehnologije praćenja

Sustavi opskrbnog lanca pri primjeni tehnologije praćenja prolaze kroz tri faze. Inicijacija je prva faza. Definiraju se problemi i ciljevi u poduzeću. Stvaraju se različiti koncepti rješenja i procjenjuju potencijalne mogućnosti tehnologija praćenja za poboljšanje učinka tvrtke u aktivnostima lanca opskrbe, poput poboljšanja operativne učinkovitosti, prevencija gubitka proizvoda, usklađenost s propisima, poboljšanje koordinacije i smanjenje troškova.

Usvajanje kao sljedeća faza je definirana kao odluka da se tehnologija praćenja primijeni u opskrbnom lancu. Postavljaju se probne verzije tehnologije i predstavljaju analize troškova i koristi. U ovu fazu spada raspodjela resursa i nabava tehnologije.

Rutinizacija se definira kao faza u kojoj se tehnologija praćenja koristi kao sastavni dio u opskrbnom lancu. Postoji posebno jasno razgraničenje između faza inicijacije, usvajanja i rutinizacije, tako da tvrtka može u bilo koje vrijeme biti samo u jednoj fazi i jasno je koja

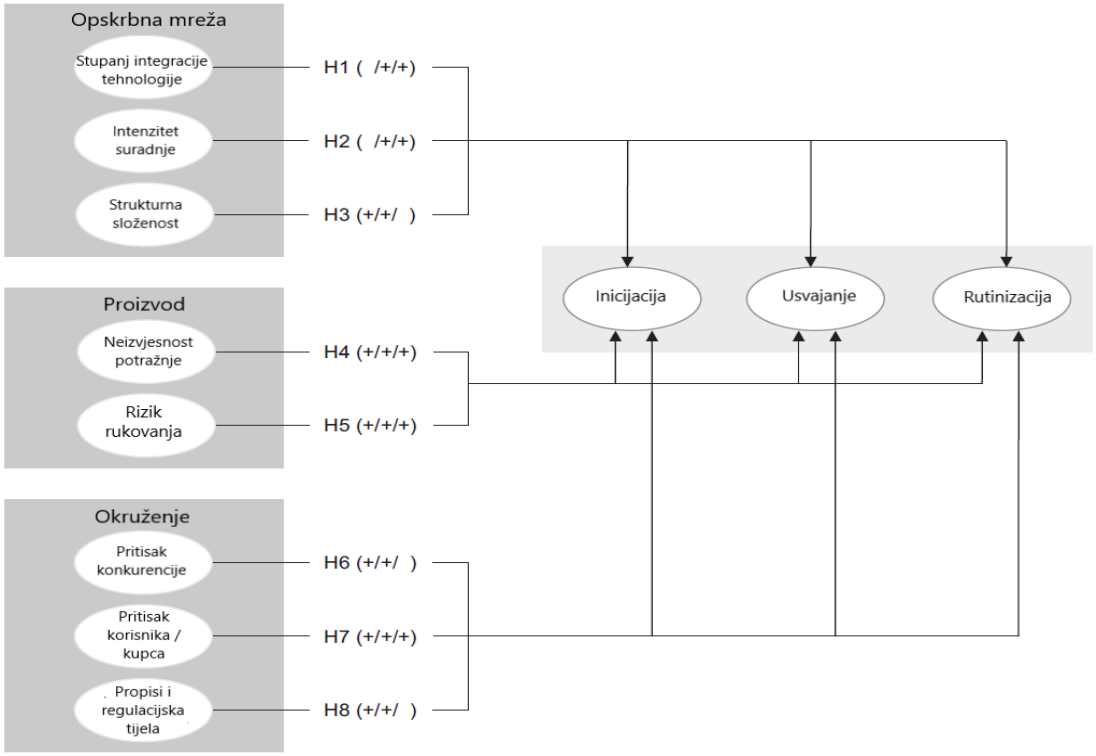
je to faza. Iako tvrtka može razmatrati tehnološku inovaciju, moguće je i da usvajanje isto bude neuspješno. Slično tome, dok jedna tvrtka usvoji tehnologiju praćenja, moguće je da tu tehnologiju ostali sudionici opskrbnog lanca ne mogu ili ne žele usvojiti. [22] [25]

U teoriji, svaka tvrtka će istražiti i iskoristiti priliku za povećanjem učinkovitosti ili smanjenjem troškova. Kako bi se transakcija izvršila, proizvod i informacija moraju proći kroz opskrbi lanac. Svojstva toka proizvoda i količina informacija koje se prikupe putem mogu utjecati na troškove transakcije. Transakcijski troškovi se mogu objasniti kao ekonomska suprotnost fizičkog „trenja“. To trenje raste s brojem dodirnih točaka, s brojem sudionika u opskrbnom lancu koji postupaju s proizvodima. U tom postupanju se stvara asimetrija informacija i nepouzdanost kroz cijeli mrežu. U ovim uvjetima partneri u opskrbnom lancu mogu pokazati oportunističko ponašanje, što rezultira u povećanju transakcijskih troškova. Oportunističko ponašanje se konceptualizira partnerovo pasivno ili aktivno ponašanje koje pretvara odnos u vlastitu korist. Oportunizam uključuje neiskreno ponašanje, zavaravanje, izbjegavanje izvršenja zahtjeva. Ugrožava odnose temeljene na povjerenju ili utječe negativno na ishode. [26] Kako bi se oportunističko ponašanje izbjeglo, tvrtka će iskoristiti resurse, drugim riječima, tehnologiju za praćenje kako bi „trenje“ smanjilo i smanjila asimetrija informacija. [22]

Tehnologija praćenja prikuplja informacije kroz tri dimenzije, kontekst, doseg i periodičnost. Kako se informacije mogu prikupljati s većim dosegom i većom periodičnosti, tehnologija praćenja omogućuje visoku integraciju koja smanjuje transakcijske troškove. Prikupljajući informacije o proizvodu s potpunim kontekstom *track&trace* tehnologija štiti tvrtku od oportunizma. Moguće je saznati kakvi su temperaturni uvjeti u okruženju lako pokvarljivih proizvoda, ako je dostava kasnila, je li kasnila zbog vozača koji je odabrao lošu rutu ili zbog prometne gužve i slično. Korištenjem teorije troškove može se pretpostaviti da prikupljanjem podataka o opskrbnoj mreži i karakteristikama proizvoda pomoću tehnologije praćenja dolazi do smanjenja troškova. Utjecaj na troškove opaža se tijekom faze inicijacije i realizira se tijekom faze usvajanja i rutinizacije. [22]

5.3 Čimbenici koji utječu na primjenu tehnologije praćenja

Kako bi bolje razumjeli integraciju tehnologije u transportni i opskrbni lanac predstavljen je konceptualni model sa tri socio-tehnička koncepta te tri različite faze asimilacije tehnologije kao što vidimo na slici 17. Ovaj model spaja teoriju transakcijskog troška i institucionalnu teoriju. Čimbenici koji utječu na primjenu tehnologije i faze primjene sastoje se od tri cjeline: opskrbna mreža, proizvod i okruženje. [22]



Slika 17 Konceptualni model primjene tehnologije, [22] [25]

5.3.1 Opskrbna mreža

Opskrbna mreža je konstruirana od čvorova, tvrtki i veza preko kojih se proizvodi i materijali u opskrbnom lancu kreću. Opskrbna mreža koja je usko povezana, bilo to kroz tehnologiju, odnose ili možda geografski povećava mogućnosti za primjenu tehnologiju praćenja i informacije koje tehnologija omogućuje će lakše naći put do dijelova lanca gdje se mogu najbolje iskoristiti. Opskrbna mreža se sastoji od tri temeljna aspekta: stupanj integracije tehnologije, intenzitet suradnje i struktura složenost. [22]

5.3.1.1 Stupanj integracije tehnologije

Stupanj integracije tehnologije definiran je kao stupanj međusobne povezanosti *back-office* informacijskih sustava i baza podataka unutar tvrtke i one izvana tvrtke integrirane u sustave i baze podataka dobavljača. Ako informacijski sustavi u lancu nisu čvrsto integrirani u mrežu, razmjena informacija je otežana te dovodi do asimetrije informacija, a samim time i do povećanih troškova. Dakle može se reći da stupanj integracije tehnologije snažno utječe na primjenu tehnologije praćenja, pogotovo u fazama usvajanja i rutinizacije. Tvrtke koje imaju veći stupanj tehnološke integracije lakše se mogu prilagoditi primjenom nove tehnologije u svoj već uhodani sustav. Prednosti koje omogućuju tehnologije praćenja mogu se lakše iskoristiti. Primjerice informacije o lokaciji mogu se koristiti zajedno s informacijama o razinama zaliha, ponudi, potražnji i preferencijama kupaca. Ukoliko u transportnom lancu izvori informacija nisu povezani ili im je teže pristupiti *track&trace* tehnologija neće uspjeti postati sastavni dio sustava tvrtke. [22]

5.3.1.2 Intenzitet suradnje

Intenzitet suradnje se može definirati kao stupanj u kojem partneri u opskrbnom lancu sinkroniziraju odluke i dijele informacije i ciljeve. Opskrbni lanac koji ima odličnu suradnju je onaj gdje tvrtke rade za isti cilj s istom svrhom. Slično kao u stupnju integracije tehnologije viši stupanj intenziteta suradnje omogućuje tvrtkama lakše odgovore na ekonomske i tehnološke promjene na koje nailaze u svom poslovanju. Tijekom uvođenja tehnologije praćenja, u fazama usvajanja i rutinizacije, tvrtka koja ima bolje veze s partnerima imati će bolje ostvarene koristi od tvrtke kojoj je intenzitet suradnje na niskoj razini. U boljoj suradnji s partnerima postoje prednosti poput iskorištavanje zajedničkih kreativnih kapaciteta, zajedničko učenje, razmjena znanja, zajedničko rješavanje problema između sudionika u lancu opskrbe. Ovo sve omogućuje tvrtkama usvajanje novih tehnologija mnogo brže i lakše. No ukoliko sudionici lanca nisu voljni dijeliti informacije s ostalim partnerskim tvrtkama, prednosti tehnologije praćenja će se vidjeti u fazi inicijacije dok u fazama usvajanja i rutinizacije dolazi do shvaćanja da se prednosti ne mogu optimalno iskoristiti te uvođenje tehnologije praćenja u takav lanac neće biti jednostavno i isplativo kao kod tvrtki koje imaju visok stupanj integracije. [22]

5.3.1.3 Strukturna složenost

Strukturnu složenost opskrbne mreže definiramo kao kombinaciju vertikalne i horizontalne složenost (primjerice, broj dobavljača u svakom nivou). Uz globalno širenje opskrbnih mreža, vidljivost i operativni uvid u svaki nivo opskrbnog lanca postaje teže postići, što vodi ka povećanju transakcijskih troškova. Ako se uzmu u obzir dvije tvrtke: tvrtka A kao složena struktura dobavljača i tvrtka B kao jednostavna struktura sa samo nekoliko sudionika. Tvrtka B kao jednostavna struktura nema potrebu za usvajanjem tehnologije praćenja, jer zbog malog broja sudionika dodatna vidljivost u opskrbnom lancu nije potrebna. S jednostavnom strukturom i logističkim operacijama koje se konstantno ponavljaju troškovi se mogu svesti na minimum i bez primjene tehnologije praćenja. Ukoliko tvrtka A zbog složenosti strukture u kojoj se nalazi nema opcija ili sposobnost za izgradnju povjerenja između sudionika to jest dobavljača, može zatražiti primjenu alata s kojim bi mogla ostvariti maksimalnu vidljivost u opskrbnom lancu. Tvrtka A u fazi inicijacije opaža velike prednosti koje bi mogle zaštititi tvrtku od oportunističkog ponašanja ostalih sudionika. Tijekom faze usvajanja tehnologije tvrtka prima informacije koje joj koriste u zaštiti od ponašanja ostalih sudionika, time smanjujući troškove transakcija. Međutim ukoliko struktura nastavi rasti, raste i broj sudionika koji ne mogu usvojiti tehnologiju praćenja, ili nisu u mogućnosti optimalno upotrijebiti, proslijediti i obraditi informacije. Dok tvrtka ulazi u rutinizaciju složenost lanca i mreže zapravo postaje štetni čimbenik i prepreka jer postaje teško osigurati da svaki sudionik lanca usvoji zajedničku tehnologiju. U ovom slučaju troškovi rutinizacije nadmašuju prednosti uvođenja tehnologije. [22]

5.3.2 Proizvod

Proizvod je središnji element u sustavu koji povezuje sudionike opskrbnog lanca. Karakteristike proizvoda utječu na to kako se proizvod kreće kroz lanac, bilo to u proizvodnji ili u isporuci krajnjem korisniku. Karakteristike također mogu pokazati kako korisna tehnologija praćenja može biti u pretvaranju stanja proizvoda u informacije koje se mogu obraditi i proslijediti u opskrbnu mrežu. Fizičke karakteristike proizvoda opisane su kao rizikom rukovanja dok ekonomske karakteristike proizvoda spadaju u neizvjesnost potražnje.

5.3.2.1 Neizvjesnost potražnje

Neizvjesnost potražnje definira se kao stabilnost tržišta kojemu opskrbni lanac služi i težina s kojom se potražnja može predvidjeti. Veća neizvjesnost dovodi do viših troškova jer će sudionici procesa potrošiti više vremena i truda u nadzoru procesa. Kako sve više kompanija želi eliminirati zalihe na skladištu, najveći problem predstavlja upravo neizvjesnost potražnje. Rasprodaje mogu biti pojava s nesigurnom potražnjom, često zbog toga što tvrtke ne znaju koliko zaliha imaju ili gdje se one u lancu nalaze. Neizvjesnost potražnje nema veliki utjecaj na tvrtke koje žele primijeniti tehnologiju praćenja u svoj sustav. Ova činjenica leži u tome da ukoliko je potražnja neizvjesna, informacije koje nam *track&trace* tehnologija omogućuje, ne otkrivaju prethodno nedostupne podatke koji mogu pomoći u predviđanju potražnje. Nesigurnost u lancu opskrbe stvara nestabilno okruženje koje zahtijeva veliku usredotočenost, gdje se primjena novih tehnologija ostavlja kao sporedni zadatak. Suprotno tome, u lancima gdje je potražnja predvidljiva tvrtka će vrlo vjerojatno pokrenuti proces primjene tehnologije praćenja. Pružajući informacije o proizvodima iz cijelog lanca tehnologija praćenja omogućuje zamjenu skupih zaliha s podacima. Troškovi zaliha i ostali pripadajući troškovi se istovremeno smanjuju. Proizvodi sa predvidljivom potražnjom omogućuju razvoj učinkovitih lanaca, koji imaju smanjenu razinu zaliha i smanjenim ukupnim troškovima. U takvom opskrbnom lancu ostaje prostora za implementaciju novih tehnologija i optimizaciju procesa. [22]

5.3.2.2 Rizik rukovanja

Pod rizikom rukovanja podrazumijeva se razina rizika koja se odnosi na skladištenje, rukovanje i transport proizvoda. Svi proizvodi koji su brzo kvarljivi, krhki, opasni ili zapaljivi su podložni praćenju, kako bi se izbjegle moguće štete posljedice. Opskrbni lanci su posebno osjetljivi na poremećaje kada proizvodi imaju visoki rizik rukovanja. Visoki rizik dovodi do većih troškova jer će tvrtka uložiti više vremena i truda u nadzoru procesa. Nijedna druga tehnologija ne pruža veću zaštitu osjetljivih proizvoda, pružajući konstantan priljev informacija o proizvodima. Ti podaci omogućavaju tvrtki da reagira ili spriječi događaje koji bi mogli rezultirati gubitkom proizvoda. Tehnologija koja obećava da će smanjiti izloženost tvrtke rizicima ima veliku šansu za primjenu. Dakle u fazama inicijacije i usvajanja tvrtka će iskoristiti prednosti koje tehnologija nudi, no u fazi

rutinizacije potrebno je uskladiti sve sudionike u opskrbnom lancu, u suprotnom primjena tehnologije tijekom ove faze će proći otežano. Tomu je razlog što osjetljive proizvode tvrtke ponekad stavljaju pod interni nadzor, kako bi se ostvarila maksimalna sigurnost. U tom slučaju ostali sudionici lanca, nemaju potrebe za primjenom tehnologije u svrhu manipulacije proizvoda visokog rizika te samim time faza rutinizacije ne može biti izvršena do kraja. [22]

5.3.3 Okruženje

Opskrbni lanac i proizvod ugrađeni u okruženje koje čine kupci, konkurenti i regulacijska tijela. Takvo okruženje stvara pritisak na tvrtku. Razmatranje konteksta okruženja je posebno važno pri proučavanju tehnologije praćenja, koja ima sposobnost proširenja konteksta, dosega i periodičnosti. Primjećivanje konkurentne tvrtke koja je usvojila tehnologiju praćenja može natjerati da i ostale tvrtke učine isto. S obzirom na utjecaj koji tehnologija praćenja ima, regulacijska tijela su volja uspostaviti standard za efektivnu upotrebu tehnologije. [22]

5.3.3.1 Pritisak konkurencije

Pritisak konkurencije je definiran kao stupanj u kojem su izravni konkurenti tvrtke primijenili tehnologiju praćenja, što potencijalno može rezultirati s nepovoljnim ishodom za žarišnu tvrtku. Tvrtke pokreću fazu inicijacije primjene tehnologije na temelju konkurencije, no to nije dovoljno za stvaranje pritiska za drugu fazu usvajanja. Kako bi se stvorio dovoljan pritisak konkurenti trebaju pokazati da prednosti tehnologije nadvladavaju rizike usvajanja. U fazi rutinizacije pritisak opada jer konkurencija koja je došla u tu fazu nije mnogobrojna. Dok tržište stvara pritisak za primjenu tehnologije u fazi inicijacije, taj pritisak opada u fazi usvajanja i rutinizacije. [22]

5.3.3.2 Pritisak korisnika i kupca

Pritisak korisnika se definira kao pritisak koji tvrtka osjeća kako bi pružila bilo koju vrstu usluge kupcima. Karakteristike koje definiraju odnos između tvrtke i njezinih kupaca, poput razine ovisnosti između partnera u lancu i ekonomije koja upravlja odnosom, može diktirati razinu primjene tehnologije. U kojoj mjeri kupac utječe na ponašanje tvrtke mogu se upotrijebiti fraze prisilni pritisak i normativni pritisak da predstavljaju značaju snagu ovog utjecaja. Pritisak korisnika se definira kao pritisak koji tvrtka osjeća kako bi pružila

bilo koju vrstu usluge kupcima. Karakteristike koje definiraju odnos između tvrtke i njezinih kupaca, poput razine ovisnosti između partnera u lancu i ekonomije koja upravlja odnosom, može diktirati razinu primjene tehnologije. U kojoj mjeri kupac utječe na ponašanje tvrtke mogu se upotrijebiti i prisilni pritisak i normativni pritisak da predstavljaju značaju snagu ovog utjecaja. Na tvrtku A se vrši prisilni pritisak od strane druge tvrtke B o kojoj je tvrtka A ovisna. U odnosima u opskrbnom lancu na relaciji dobavljač-kupac ovisnost je česta pojava. Primjer prisilnog pritiska dogodio se kada je Wal-Mart integrirao RFID tehnologiju u opskrbni lanac te zatražio od svojih dobavljača da učine isto. U potezu koji je prije svega bio koristan samo Wal-Martu, dobavljači nisu imali drugih opcija već snositi troškove. Iako su dobavljači mogli odbiti zahtjeve Wal-Marta, postoje konkurenti koji bi rado preuzeli njihovo mjesto. Normativni pritisak se razvija kako organizacije kolektivno stvaraju očekivanja kako tvrtka treba djelovati. Dok se prisilnom pritisku može pristupiti pregovorima i odbijanjem, raskidom ugovora i slično, normativni pritisak ne može se lako odbaciti. Primjer se nalazi u farmaceutskoj industriji koja je RFID učinila normom, zbog zaštite lanca opskrbe od krivotvorina. Kada korisnička baza stvori očekivanja da se treba koristiti tehnologija praćenja, tvrtka ne može puno učiniti nego li slijediti norme. Pritisak korisnika je jedini čimbenik koju utječe na primjenu tehnologije u sve tri faze: inicijaciju, usvajanje i rutinizaciju. [22]

5.3.3.3 Propisi i regulacijska tijela

Regulatorno okruženje definirano je kao stupanj utjecaja i podrške državnih regulacijskih tijela koji osjeti žarišna tvrtka radi praćenja proizvoda koji se transportiraju u lancu. Primjer regulacijskog pritiska nalazimo poslije događaja 11. rujna koji su doveli do revizije propisa kako se proizvodi trebaju kretati kroz opskrbni lanac. Također su se povisili sigurnosni standardi za transport opasnih materijala. No kada govorimo o tehnologiji praćenja pritisak od strane regulacijskih tijela nemaju utjecaj koji bi se mogao očekivati. Tvrtke nisu spremne proći fazu inicijacije dok ne vide kakvi ih propisi u ovoj tehnologiji očekuju. Regulatorno okruženje još nije stvorilo skup normi koje tvrtkama omogućavaju sigurnu investiciju u tehnologiju praćenja uz saznanje da i ostali sudionici lanca moraju ulagati u istu tehnologiju. [22]

Faze inicijacije, usvajanja i rutinizacije su sastavni dio primjene tehnologije praćenja. Postoje čimbenici koje utječu pozitivno i negativno na tvrtke koje razmatraju primjenu ovih tehnologija. Ukratko, može se reći da:

- Visoki stupanj integracije tehnologije pozitivno utječe na primjenu tehnologije praćenja u fazama usvajanja i rutinizacije.
- Visoki intenzitet suradnje omogućuje tvrtkama lakšu integraciju tehnologije u fazama usvajanja i rutinizacije.
- Složenost strukture može različito utjecati na primjenu tehnologije. Kompliciraniji lanci su pozitivno vezani za početnu fazu i fazu usvajanja, dok tijekom rutinizacije tehnologije mogu naići na probleme pri usklađivanju svih sudionika.
- Neizvjesnost potražnje negativno utječe na primjenu tehnologije praćenja. Razlog tomu može biti alociranje resursa na prognoziranje potražnje i nadzor procesa prilikom čega primjena novih tehnologija postaje sekundarni cilj. Suprotno tomu ako je potražnja izvjesna primjena tehnologija služi kao odličan alat za optimizaciju lanca.
- Pri manipulaciji visoko rizičnih proizvoda tvrtkama se tehnologija praćenja čini kao odličan alat. U fazama inicijacije i usvajanja tvrtke će osjetiti prednosti ove tehnologije, dok u fazi rutinizacije tvrtke s osjetljivim proizvodima koje nisu uskladile poslovanje s ostalim sudionicima u lancu neće moći izvući maksimalnu korist.
- Konkurentno tržište stvara pritisak na tvrtku u fazi inicijacije, no u fazama usvajanja i rutinizacije taj pritisak opada.
- Pritisak kupca i korisnika pozitivno utječe na sve tri faza primjene tehnologije. Ovo je ujedno i jedini čimbenik koji može natjerati tvrtku da potpuno uvede tehnologiju u svoj lanac kroz sve tri faze njene primjene.
- Regulacijska i država tijela ne utječu mnogo na primjenu tehnologije praćenja zbog nedostatka standarda koji bi se vodila. Ovo također ovisi i od države do države, primjerice u razvijenim državama Europe i Amerike postoje izraženiji propisi, imaju snažnije provođenje zakona, zaštitu privatnosti nego li je to u državama rastućih ekonomija primjerice Brazila, Kine, Indije i JAR-a. [22]

6 KOMPARATIVNA ANALIZA SUSTAVA PRAĆENJA POŠILJAKA U TRANSPORTNIM LANCIMA

Digitalni i fizički svijet se ubrzano povezuju na svim razinama. Zahvaljujući tome gotovo svaka aktivnost se može zabilježiti i pohraniti kao informacija. Cijeli sustavi se mogu povezati, ne samo opskrbni, već i informacijski, financijski. Svaka informacija koja se može dobiti iz tehnologije praćenja može dovesti do djelovanja i može stvoriti vrijednost. Kako se kompanije i njihovi opskrbni lanci povezuju globalno, njihovi prihodi, prednosti se povećavaju, no također postaju izloženi financijskim krizama i različitim rizicima. Kako bi se efektivno borili s rizicima opskrbni lanci mogu integrirati tehnologije koje ih čine inteligentnima, sigurnima i održivima.

Utjecajem globalizacije moderni opskrbni lanci postaju veliki sustavi. Njihove karike se često nalaze na različitim kontinentima na velikim udaljenostima, sa različitim kulturnim normama. S tako globalnim lancima dolaze i rizici na koje utječu različiti čimbenici. Izazovi s kojima se susreću su:

- ograničavanje troškova – ovo je daleko najveća odgovornost u poslovanju, daleko ispred inovacija ili rasta poduzeća. Rast plaća u trećim zemljama, povećanja cijena troškova proizvodnje se sve češće pojavljuje na dnevnom redu. Za najveće lance lijek za ovakvu fluktuaciju troškova nalazi se u fleksibilnosti. Brza reakcija je vrlo bitna stavka za promjenjivo tržište.
- vidljivost – tvrtke se trude da imaju jasan pregled svojih lanaca opskrbe od početka do kraja, no poteškoće nailaze prilikom suradnje s ostalim sudionicima lanca. Suradnja između kompanija u lancu su vrlo bitne te ako suradnja nije na nivou, protok informacija je otežan i vidljivost u lancu može biti nepostojeća.
- upravljanje rizikom – ovo spada u pod najveći problem prilikom upravljanja opskrbnog lanca. Nagla promjena potražnje sa rastom konkurencije i globalizacije podrazumijeva upravljanje rizika, no nije ipak sve tako jednostavno. Nedostatak standarda, nedovoljno podataka i zastarjela ili neadekvatna tehnologija otežava procjenu i prognoziranje mogućih rizičnih situacija.

- odnos s kupcima – tvrtke više komuniciraju s dobavljačima u opskrbnom lancu nego s krajnjim korisnicima. Iako tehnologija omogućuje više nego ikad uključivanje korisnika to je i dalje neuobičajena praksa kod planiranja lanaca opskrbe. [27]

Opskrbni lanci današnjice susreću sa različitim problemima i rizicima, a u budućnosti će se ti problemi još više produbiti. Ti problemi razvili su zahtjeve za veću vidljivost i sljedivost lanca. Kao rješenje tih problema dolaze moderni opskrbni lanci koji bi trebali biti:

- instrumentirani - lanci koji bi bili upravljani i vođeni tehnologijama GPS-a, RFID-a, mjeračima, senzorima i ostalim uređajima u sustavu. U terminu vidljivosti opskrbni lanci ne bi trebali samo vidjeti više događaja koji su se već dogodili, već ih vidjeti u stvarnom vremenu dok se događaju.
- povezani – međusobna povezanost lanaca je snažna karakteristika ovih lanaca. Interakcija na velikoj razini s kupcima, dobavljačima i IT sustavima te proizvodima koji prolaze kroz lanac. Osim stvaranja holističkog prikaza lanca, ovakva opsežna povezanost također će potaknuti suradnju u globalnim okvirima.
- inteligentni – ovakvi sustavi trebali bi biti sposobni procijeniti mnoštvo ograničenja i alternativa, omogućujući odgovornima stvaranje različitih simulacija. „Pametan“ lanac mogao bi stvoriti sposobnost samostalnog učenja, učeći na greškama i donositi samostalne odluke u manjem opsegu odgovornosti. Inteligentni lanci bi trebali proći iz faze detektiranja problema i naknadnog rješavanja na fazu predviđanja problema i njegove prevencije. [27]

6.1 Studija slučaja – Metro Grupa

Metro je osnovao Otto Beishem 1964. godine kada je prva trgovina Metro Cash&Carry počela sa radom. Brzi rast u Njemačkoj omogućio je spajanje kompanija Asko Deutsche, Kaufhaus AG, Kaufhof Holding AG i Deutsch SB-Kauf AG. Ovim spajanjem 1996. godine nastala je današnja Metro Grupa. Uskoro nakon toga počelo je međunarodno širenje i prodaja sa 7,1 % u 1997. godini porasla na 39,2 % u 1999. godini. Metro se 2000. godine razvio u međunarodno orijentiranu kompaniju s decentraliziranim upravljačkim timovima. Već 2004. godine širi se u 30 zemalja širom svijeta. U 2015. godini Metro AG prodao je tvrtku Galeria Kaufhof kanadskoj kompaniji Hudson's Bay Company za 2,85 milijarde eura. U 2016. godini Metro Grupa najavila je će se podijeliti na dvije neovisne kompanije. Razdvajanje veleprodajnog lanca i prehrambenog sektora Metro Grupe na dvije neovisne tvrtke sa svojim nadzornima odborima i svojim profilima. Ceconomy je nova tvrtka koju čine Media Markt i Saturn lanci trgovina elektronike. Metro Grupa je u 2019. godini najavili prodaju Reala, njemačkog lanca hipermarketa. Ukupni promet u 2018. godini je iznosio 36,53 milijardi eura. Tvrtka se proteže na ukupno 769 lokacija, 7,15 milijuna četvornih metara prostora s 152 426 zaposlenika. Metro Grupa danas se sastoji od dvije zasebne prodajne strategije. U Metro Cash&Carry lancima trgovina glavna strategija je B2B, to jest trgovina između dva poslovna člana. Dok je u lancima hipermarketa Real-a, glavni cilj B2C, to jest poslovanje između Metro-a i kupaca. Neke od dugoročnih strategija u 2018. godini su: eksploatacija punog potencijala tržišta, ekspanzija distribucije prehrambenih usluga i digitalna rješenja i alati. [28] [29]

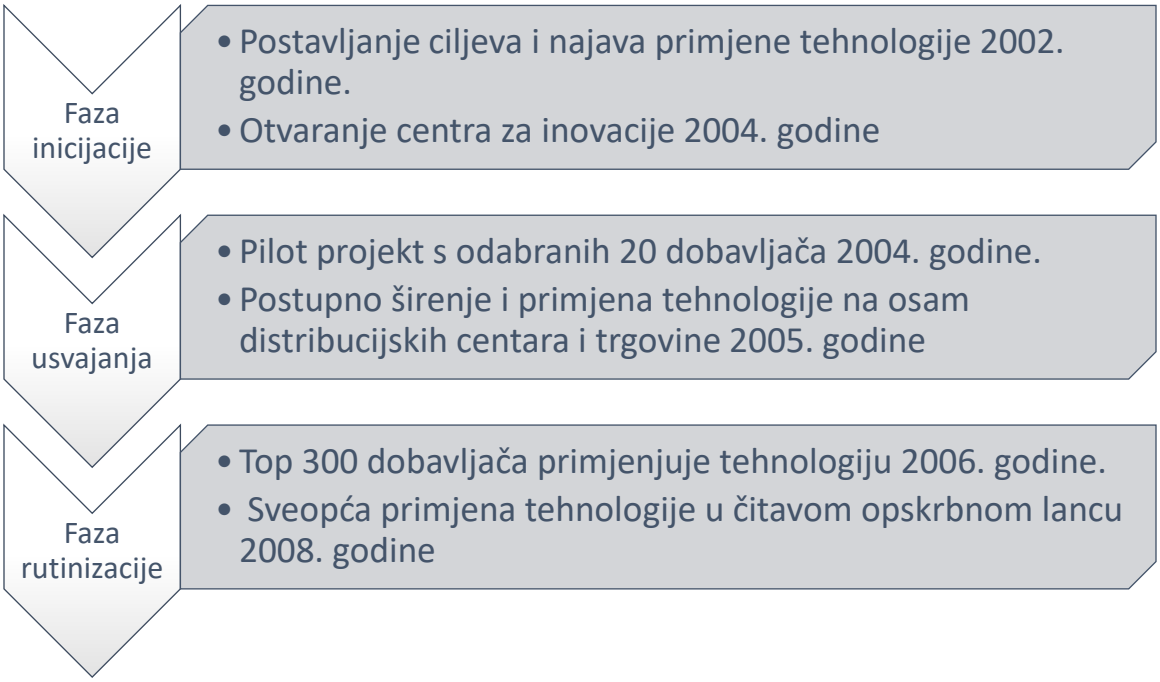
6.1.1 Faze implementacije tehnologije praćenja

U 2007. godini Metro grupa je počela s temeljitom primjenom RFID tehnologije u Njemačkoj. RFID tehnologija daje nekoliko prednosti unutar opskrbnog lanca. Između ostalog to je automatsko prikupljanje podataka bez ljudske intervencije pridonosi brzom analiziranju podataka, točnije održavanje podatka o zalihama i kompletnije obavijesti o otpremi proizvoda. Kao rezultat toga nestajanje, krivo postavljeni proizvodi i netočna identifikacija proizvoda može biti smanjeno. Informacije koje RFID čipovi omogućuju mogu biti vrijedni svima u lancu.Za Metro Grupu glavni razlozi primjene ove tehnologije bili su:

- ostvarenje veće vidljivosti, točnosti, produktivnosti i efikasnosti u opskrbnom lancu,
- optimizacija inventara, smanjenje gubitka zaliha i poboljšanje upravljanja kapitalom,
- optimizacija učinkovitosti upravljanja,
- smanjenje nedostupnog inventara OOS (*out-of-stock*), povećanje korisničke usluge,
- omogućavanje potpuno automatskog nadopunjavanja kao dugoročni cilj Metro Grupe,
- prednosti „tagiranja“ na razini pojedinačnog proizvoda bolje korisničko iskustvo i upravljanje zalihama u trgovini. [30]

Metro Grupa kao jedna od najvećih maloprodajnih tvrtki širom svijeta, započela je s uvođenjem RFID-a duž opskrbnog lanca u 2005. godini. Uz bok Woolworths-u i Walmartu jedna je prvih svjetskih maloprodajnih kompanija koja je počela s implementacijom ove tehnologije. Postupno uključivanje tehnologija praćenja počelo je od proizvodnih mjesta – proizvođača kroz cijeli opskrbni lanac sve do dolazne točke skladišta u trgovinama. Slika 18 pokazuje faze implementacije tehnologije praćenja. Ovom tehnologijom kompanija je uspjela optimizirati svoje logističke i skladišne operacije, ubrzati ih i poboljšati dostupnost robe za kupce. Već u 2006. godini određeni dobavljači počeli su označavati transportne jedinice RFID tagovima. U 2007. godini Metro uspijeva uvesti RFID na 400 lokacija diljem Europe, uključujući sve njemačke veleprodajne centre Metro Cash&Carry, devet distributivnih centara Metro Group Logistike i većine Real hipermarketa. Sljedeće testiranje bilo je pojedinačno označavanje proizvoda za Galeriju Kaufhof u Essenu u 2007. godini. Preko 30 000 proizvoda označeno je RFID tagovima u Kaufhofovom distribucijskom centru. RFID čitači opremljene sa senzorima kretanja koji mogu automatski aktivirati čitače RFID-a kada je to potrebno, postavljeni su u prostoru za primanje robe i na svima prijelaznim mjestima od skladišta do trgovine, kao i unutar svlačionica. Na blagajni se proizvodi mogu očitati bez fizičkog ili vizualnog kontakta. Sa RFID čitačima osoblje može provjeriti koji se proizvodi nalaze na policama trgovine i gdje se nalaze. Transponderi se također mogu koristiti za lociranje proizvoda u trgovini. S time mogu se osigurati informacije u stvarnom vremenu o dostupnosti proizvoda,

popunjenost inventara i bolja korisnička usluga. U Francuskoj 2008. godine u suradnji s DHL-om 1,3 milijuna paleta je označeno s RFID čipom. [30] [31]



Slika 18 Faze primjene tehnologije u Metro Grupi, [31]

U Europi je postojao još jedan razlog zbog kojeg su kompanije počele primjenu tehnologije praćenja. U 2005. godini Europa Unija je donijela direktivu kojom zahtijeva da maloprodajni sektor i prehrambena industrija u potpunosti prate prehrambene proizvode i hranu za životinje u cijelom lancu opskrbe. Ovo je već spomenuto kao pritisak državnih i regulacijskih tijela. Cilj ove direktive je bio brzo i učinkovito povući proizvode koji su proglašeni neprikladnim ili opasnim po zdravlje. RFID se čini kao najučinkovitije rješenje za poštivanje ove direktive. [31]

Metro Grupa je u 2012. godini imala preko 180 dobavljača koji su radili na primjeni RFID tehnologije u Njemačkoj. Implementacija se odnosila na razini paletnih transportnih jedinica, to jest RFID transponderi se ugrađuju u palete, označeni s jedinstvenim elektronskih kodom proizvoda (EPC). Na odlaznim portalima RFID čitači očitaju EPC te

se ta pošiljka uspoređuje sa stvarnom narudžbom. Ukoliko se podaci podudaraju, roba je odobrena za otpremu te dobavljač šalje elektronsku potvrdu u Metro. Zatim se roba transportira u središnji distribucijski centar, gdje se pošiljka opet registrira preko RFID čitača na dolaznom portalu. Pošiljka se nadalje iskrcava i prosljeđuje u različite dostavne pravce. Na odlaznim portalima distribucijskog centra RFID čitači opet provjeravaju pošiljke. Elektronska potvrda se šalje u trgovine. Kada se roba dostavi u skladište trgovine, na ulaznom portalu se pošiljka uspoređuje s informacijama dostavljenim s odlaznog portala distribucijskog centra. [30] [31]

Metro Grupa je pronašla i primjenu RFID tehnologije u skladišnoj logistici. Optimizacija upravljanja skladišnim operacijama počela je skladištu za smrznute proizvode. RFID čitači nisu instalirani samo na ulazno-izlaznim portalima već i na manipulacijskim jedinicama, viličarima. 11 000 skladišnih lokacija označeno je s transponderima i jedinstvenom identifikacijom. Sustav upravljanja skladištem svaku paletu sa RFID transponderom dodjeljuje na određenu lokaciju. Tako mogu znati da li se na svakoj lokaciji nalaze točno određeni proizvodi. RFID također pomaže vozačima viličara, pokazuje im da li su odabrali točnu paletu. Ovakav sustav omogućuje visoku preciznost koja je usklađena s velikim količinama robe. [30]

6.1.2 Prednosti i problemi

Metro Grupa prepoznala je prednosti RFID-a te je počela testiranja na manjem dijelu svog poslovanja. Uskoro su počeli primjenu kroz cijeli opskrbni lanac. Prednosti koje su rezultat primjene ove tehnologije u Metro-u su:

- učinkovitost procesa opskrbe: značajna sveukupna poboljšana zabilježena su na temelju uvođenja RFID-a. Brži prijam robe, optimizacija upravljanja zaliha, manji broj pogrešaka i poboljšani protok robe.
- smanjeni postotak gubitka i krađe proizvoda, Metro navodi poboljšanje od 11 % do 18 % ovisno o kategoriji proizvoda.
- bolja prodaja i korisnička usluga: zabilježeno je 10 % do 20 % smanjenja *out-of-stock* situacija.
- dostupnost proizvoda donosi i prodajne rezultate, koji su u vremenu nakon primjene narasli do 20 %, iako se ne mogu sa sigurnošću pripisati integraciji RFID-a.
- u skladišnoj logistici uočeno je smanjenje vremena komisioniranja od 16 sekundi po paleti. Ubrzano je vrijeme zaprimanja robe, smanjeno je vrijeme čekanja za dostavne kamione, što u konačnici dovodi do smanjenja troškova.
- elektronske otpremnice su donijele uštedu od 2,84 € po otpremnici.
- u trgovinama promocije proizvoda su poboljšane zbog označavanja pojedinačnih pakiranja sa RFID transponderima, što je dovelo do potpune vidljivosti inventara.
- omogućena vidljivost transportnih jedinica: za svaku transportnu jedinicu, paletu koja je označena RFID-om, može se odrediti zadnja lokacija, a s time smanjuje se broj krađa i općeg gubitka ovih jedinica. [30]

Prednosti koje donosi ova tehnologija čine se odlične te se može postaviti pitanje, zašto sve logističke kompanije ne krenu u implementaciju? Da nije sve tako jednostavno pokazuju ovi problemi s kojima se Metro Grupa suočila:

- troškovi: cijena ovog projekta može vrlo lako nadvisiti benefite koje donosi. Primjena tehnologija praćenja podrazumijeva i investicije u informacijske sustave i sustave podrške. Iako cijena RFID transpondera iznosi od 0,1 €, nabava velike količine može podrazumijevati ogromnu investiciju.
- sigurnost i otpor okruženja: prilikom primjene tehnologije Metro Grupa anti-RFID grupe su organizirale prosvjede „stop RFID-u“. Razlog tomu bilo je predstavljanje kartice vjernosti koja je prema njima bila opasnost za osobne podatke. S druge strane, one logističke, RFID transponderi koji nemaju zaštitu zapisanih informacija teoretski se mogu očitati od strane bilo koga. Dakle krađa informacija je moguća, što bi za neke tvrtke bilo pogubno. Zatim određeni dobavljači možda nisu u financijskoj mogućnosti sprovesti RFID tehnologiju te njihov otpor pri implementaciju ove tehnologije može prouzročiti probleme za ostale sudionike u lancu. [30] [31]

6.2 Studija slučaja - Walmart Inc.

Walmart je Američka multinacionalna kompanija koja upravlja lancem hipermarketa, robnih kuća i prodavaonica prehrambenih proizvoda sa sjedištem u Arkansasu. Tvrtka je osnovana 1962. godine. U 2019. godini Walmart Inc. posjeduje 11 389 prodavaonica i klubova u 27 zemalja. Walmart je najveća svjetska tvrtka po prihodima s 514,405 milijardi dolara prihoda. Trenutačno ima 2,2 milijuna zaposlenika, a od toga 1,5 milijuna samo u Sjedinjenim Američkim Državama. [32]

6.2.1 Primjena i faze tehnologija praćenja

Walmart je najveći maloprodajni lanac na svijetu koji koristi informacijske tehnologije za poboljšanje operacija i stvaranje prednosti nad konkurentima. S već visokim stupnjem tehnološke integracije, Walmart je odlučio primijeniti RFID tehnologiju za daljnja poboljšanja, kao što je smanjenje troškova rada, poboljšanje upravljanja zaliha. Opskrbni lanac je prvo područje u kojem se osjete prednosti tehnologije praćenja. Glavni prednosti koje su uvjerile vodstvo Walmarta za implementaciju RFID-a su:

- postizanje više razine vidljivosti, točnost i produktivnosti u operacijama lanca opskrbe,
- optimizacija razine zaliha, smanjenje gubitka proizvoda,
- povećanje dostupnosti proizvoda u trgovinama, kroz njihovu stalnu prisutnost u zalihama trgovina,
- viša razina korisničke usluge.

Postavljanje ciljeva i planiranje primjene RFID-a počelo je u 2003. godini objavom da će 100 najboljih dobavljača morati postaviti RFID transpondere s elektronskim potpisom proizvoda na palete ili druge transportne jedinice do početka 2005. godine. Walmart je počeo s pilot projektom u 2004. godini u distribucijskom centru u Texasu. Walmart je 2003. godine dobavljačima objavio listu uvjeta koje moraju zadovoljiti:

- svi dobavljači moraju označiti transportne jedinice do kraja 2006. godine,
- moraju koristiti UHF transpondere,
- točnost od 100 % očitanja u krugu od 3 m od čitača. [30] [31]

Testiranje je počelo s osam dobavljača u 2004. godini. Već sljedeće godine Walmart je najavio kako će proširiti test na 13 distribucijskih centara i 600 trgovina. 2005. godine objavljeni su prvi rezultati gdje je zaključeno kako je RFID tehnologija uspjela povećati dostupnost proizvoda na policama za 16 %. U 2007. godini 3900 trgovina bilo je opremljeno RFID čitačima. RFID transponderi omogućili su Walmartu da poveća vidljivost zaliha koje se kreću kroz lanac.

Tvrtka je postavila čitače:

- dolazne i odlazne rampe u distribucijskim centrima,
- na dolaznim rampama u trgovinama,
- skladištima u trgovini, na izlazu iz skladišnog prostora,
- mjesto za otpad, gdje uobičajeno transportne jedinice završe.

Prema ovome voditelji trgovina znaju koji proizvodi su u skladištu, a koji u prodajnom prostoru. [30]

6.2.2 Prednosti implementacije RFID-a

Walmart je pokrenuo primjenu RFID-a s ciljem optimizacije opskrbnog lanca. S ovom tehnologijom povećana je vidljivost kroz opskrbni lanac, a s time i smanjenje troškova. Nakon početne primjene rezultati su pokazali da povećanje dostupnosti proizvoda na policama povećava prodaju. Proizvodi koji su bili označeni RFID-om bolje su se prodavali u odnosu na proizvode označene bar-kodom. Osim toga prednosti koje je Walmart osjetio su:

- eliminacija puno manjih operacija na zaprimanju, skladišnim operacijama i transportu,
- praćenjem proizvoda smanjio se gubitak proizvoda – krađe i ostalog,
- smanjenje pogrešaka u zapisivanju informacija,
- smanjenje cijena s povećanjem efikasnosti sustava,
- dostupnost proizvoda na pravom mjestu u pravo vrijeme,
- olakšano predviđanje potražnje,
- smanjenje vremena kupovine za krajnjeg korisnika.

Ove dvije tvrtke imaju različiti organizacijski ustroj. Metro Grupa ima razdvojene prehrambene i elektroničke sektore, konvencionalne supermarkete Real-, dok Walmart ima „super“ trgovine sa raznolikom ponudom. Obje kompanije imale su slične pristupe primjeni, no može se reći da je Walmart imao cjelovitiji pristup od Metro Grupe, koja je tehnologiju ograničila samo na dio lanca. Također, obje kompanije su počele s ugrađivanjem RFID-a na razini paleta, s fokusom na 100 najvećih dobavljača.

Dijeljenje informacija u opskrbnom lancu je vrlo je važna za uspjeh. Walmart se pokazao uspješniji zbog svoje podrške kupcima i točnosti predviđanja o kupnji pomoću kombiniranja podataka o prodaji i eksternih informacija. S većom količinom paleta i proizvoda koji su bili uvršteni u projekt, prikupljeno je više iskustva i više informacija. Informacije prikupljene korištene su za nadopunjavanje polica s obzirom na poboljšanu vidljivost koju RFID tehnologija pruža. Walmart je također prednjačio u pokušaju zaštite potrošačkih prava. S obzirom da se kupci žalili na problem privatnosti RFID-a , Walmart je omogućio onesposobljavanje RFID čipova na proizvodima na izlazu iz trgovina. Metro je pak u svojim trgovinama postavio informacijske terminale na kojima su kupci mogli vidjeti podrijetlo proizvoda, to jest sljedivost proizvoda. [30] [31]

6.2.3 Bežično upravljanje industrijskim vozilima

Još jedna zanimljiva primjena tehnologije praćenja dolazi iz Walmart-a. Industrijska vozila su viličari i druga manipulacijska vozila presudni su čimbenici u produktivnosti i protoku distribucijskih centara. Cijena i troškovi održavanja vozila su značajna u usporedbi s osobnim vozilom. U prosječnom distribucijskom Walmart-ovom centru nalazi se preko stotinu takvih vozila. Ovim projektom kompanija je željela mjeriti podatke aktivnosti te tako optimizirati korištenje vozila i operatora. Cilj je bila bolja vidljivost vozila i povijest kretanja, a uz to očekivano je poboljšanje u dnevnoj komunikaciji tijekom obavljanja radnih zadataka, pogotovo pri reakciji na neočekivane promjene u prioritetima zadataka. Osim toga ciljevi su bili i prevencija kvarova i upravljanje flotom u smislu preventivnog održavanja. [33]

Za ovaj projekt Walmart je mogao odabrati dvije različite tehnologije praćenja: GSM ili RFID. Zbog prijašnjih projekta s RFID čipovima odlučili su se za standardni frekvencijski spektar od 900 MHz. Tvrtka I.D. Systems je provodila primjenu tehnologije na vozilima u

pilot projektu u jednom distribucijskom centru. Nakon početnih rezultata Walmart je tehnologiju uveo u sve svoje distribucijske centre. Prednosti koje su se pokazale su:

- jedinstveni podaci o vršnoj iskorištenosti vozila omogućili su optimizaciju veličine flote za pojedine centre,
- podaci o aktivnostima operatera koji mogu identificirati mogućnosti za poboljšanje produktivnosti i pomoću u raspodjeli snage kroz periode različitih razina aktivnosti,
- programsko sučelje omogućava grafičku mapu postrojenja na kojoj se mogu u stvarnom vremenu vidjeti vozila i njihova lokacija u povijesti,
- dvosmjerna komunikacija s operaterima vozila te mogućnost alokacije resursa na određenu aktivnost,
- baza podataka o operaterima vozila, njihove sposobnosti i dozvole,
- mogućnost automatskog javljanja o opasnosti ili određenoj aktivnosti voditelju centra kroz zvučne, vizualne signalne ili putem elektronske pošte, SMS-a i slično,
- automatski izvještaj i određivanje prioriteta u vezi s kvarovima koji su identificirani od strane operatera na elektronskom popisu pri dnevnom pregledu vozila,
- bežično zaključavanje vozila koja nisu sigurna za rad ili im je potreban popravak. [33]

6.3 GPS tehnologija u Walmart-u

Walmart trenutno posjeduje vlastitu flotu prijevoznih sredstava koja se sastoji od 7500 vozača, 6500 tegljača i 55000 prikolica i poluprikolica. Upravljanje vlastitim voznim parkom pomoglo je da se Walmart u određenoj mjeri zaštiti od rastućih troškova prijevoza koji utječu na mnoge industrije. Primjerice nedostatak radne snage i porast cijene goriva. 2003. godine Walmart je uveo tehnologiju praćenja u svoju flotu te naveo da do 2015. godine planira povećati efikasnost za duplo. Primjerice smanjenje potrošnje goriva, može se pridodati tehnologiji praćenja putem ograničenja brzine kamiona i ograničenja okretaja motora. Maksimalna brzina Walmart-ovih kamiona iznosi 65 milja po sati, otprilike 104 km/h. Službeni cilj Walmart-a je dostaviti što više robe uz što manje prijeđenih milja te u 2015. godini objavili kako su u usporedbi s 2005. godinom dostavili 830 milijuna kutija više sa 300 milijuna milja manje što je napredak od 84,2 % posto. Rutiranjem i dodavanjem postaja u dostavnu mrežu uspjeli povećati efikasnost, a istovremeno smanjiti

troškove. Korištenjem GPS-a su olakšali isporuke, omogućavanjem lociranja pošiljki. Tako sustav prati pošiljke te u slučaju nepredvidivih događaja može dobiti alternativnu rutu. Praćenje sadržaja pošiljke također se može pripisati GPS-u. Neke od prednosti koje se mogu identificirati primjenom kontinuiranog sustava praćenja u transportni lanac su:

- poboljšano upravljanje flotom – kao što je prethodno spomenuto, flotom je moguće upravljati u stvarnom vremenu putem podataka o lokaciji. To je izravna linija komunikacija u kojoj tvrtka može prilagoditi radi poboljšanja učinkovitosti, vremena dolaska.
- povećana efikasnost vozača – osviješten vozač je bitan za smanjenje troškova, kamioni su veliki potrošači goriva te nadzorom i ograničavanjem brzine i potrošnje se mogu donijeti velike uštede.
- sigurnost – u transportu vrijednosti pošiljka su velike. Ukoliko se dogodi nesreća ili krađa, gubici iznose više od vrijednosti predmeta.
- povećana operativna učinkovitost – ovakav sustav je automatiziran,
- detaljna analiza troškova – PS tehnologija može pratiti ukupnu prijeđenu kilometražu, u kombinaciji s ostalim senzorskim sustavima pokazuje amortizaciju vozila, ukupnu potrošnju i ostale informacije o vozilu. Sve ove informacije pokazuju detaljno stanje svakog vozila, a time i ukupnog voznog parka,
- vidljivost – veća transparentnost tijekom prijevoza pošiljki od početka do kraja. Lokacijske informacije svakog kamiona, prikolice su dostupne u stvarnom vremenu. Mogućnost i potpune transparentnosti za korisnike, koji će mogu zatražiti informacije po podrijetlu robe.

6.4 Stagnacija RFID tehnologije

RFID tehnologija pruža informacije koje mogu iskoristiti svi sudionici opskrbnog lanca. Korištenjem podataka prikupljenih ovom tehnologijom svaki sudionik može ostvariti prednosti. Bitan čimbenik prilikom implementacije je integracija RFID-a sa sadašnjim informacijskim sustavima u kombinaciji s Internet stvarima.

Sa svim nabrojanim prednostima i uštedama postoji pitanje zbog čega Walmart ne koristi RFID tehnologiju danas kroz cjelokupni opskrbni lanac? Gdje je točno zapelo? U kontekstu 2003. godine RFID tehnologija je bila relativno nova i nije radila kao danas. Naime, RFID čipovi nisu omogućili dovoljno podataka za dobavljače te su pružali male prednosti za već uhodane distribucijske centre i skladišta. Sljedeća generacija čipova postala je jeftinija s boljim svojstvima. Problem se može naći u cijeni RFID čipova, u vrijeme Walmart-ovog projekta cijena pojedinog pasivnog transpondera je bila u rasponu od 1,5-3,5 kuna, dok danas cijena varira od 30-60 lipa. Upravo je cijena bila glavni argument i razlog neposlušnosti dobavljača u slučaju Walmart-a. Dobavljači su bili zabrinuti zbog troškova RFID transpondera i fizičkih operacija koje su morale biti obavljene u njihovim distribucijskim centrima. Primjerice proizvođač robe široke potrošnje Procter&Gamble bio je optimističan u vezi opće primjene tehnologije, ali s opaskom da vrijednost primjene dramatično varira o vrsti proizvoda. Primjerice toaletni papir i deterdžent imaju jako male marže. Walmart je nastavio sa programom koji je imao za cilj označavanje svih proizvoda svakog dobavljača. Tada, neki od stručnjaka usporedili su RFID tehnologiju s faksom: on postaje financijski održiv samo ako ga svi koriste. Walmart je pokušao sa pritiskom na svoje dobavljače, očekujući da će ostale tvrtke pratiti trend, no dogodilo se obrnuto. Čak je i Walmart imao problema sa primjenom, uključujući otpor dobavljača i tehnološke probleme. U ranim danima primjene baza podataka nije bila dovoljno velika da podnese količinu podataka generirane novim sustavom. Već 2005. godine ambicije kompanije su stagnirale i najavljeno proširenje tehnologije na sljedećih 300 dobavljača odgođeno je za 2007. godinu. U 2009. nastaje globalna recesija i kriza koja je pogodila i Walmart. U takvom okruženju kompanije pronalaze načine za rezanje troškova te spletom okolnosti RFID tehnologija se našla jednostavno u krivom vremenskom razdoblju. Pod otežanim okolnostima uz bok financijskim mogu se dodati i one pravne. Tvrtka za licenciranje patenata „Round Rock Research“ tužila je 2011.

godine Walmart, Macy's, PepsiCo, Motorolu za kršenje patentskih prava. Round Rock je identificirao tvrtke za koje smatra da krše neke od 290 patenata koje ima u vlasništvu. Parnica je završila početkom 2014. godine s nagodbom, no ovo zasigurno nije pozitivno utjecalo na ostale tvrtke koje su imale u vidu implementaciju ove tehnologije. S druge strane Metro Grupa objavila je da uspješno proveli implementaciju kao prva kompanija na svijetu koja je to učinila. [34] [35] [36] [37]

No tamo gdje je jedna vrata zatvore, druga se otvore. Walmart je nakon svog projekta došao do neočekivanog zaključka. Iako ga i dalje koristi kao alat lancu opskrbe, shvatili su da se RFID najbolje može iskoristiti u trgovinama, gdje održavanje zaliha može značiti razliku između prodaje i ne prodaje. Primjer se nalazi u majicama, polica može izgledati puna, no što ako nisu sve veličine i boje zastupljene? RFID može pomoći skenirati policu bez skupog i dugotrajnog ručnog pregledavanja robe i skeniranja bar-kodova. Metro Grupa istu ideju je implementirala u Galeriji Kaufhof gdje su u odjeću ušili RFID čipove. Razlozi zašto industrija obuće i odjeće imaju prednosti u korištenju RFID-a:

- odjeća i obuća su skuplji proizvodi i lakše „podnose“ troškove,
- češće se kradu,
- proizvodnja se *outsource-a* u zemlje u treće zemlje pa je potreba za vidljivošću lanca veća,
- odjeća i obuća imaju različite varijante proizvoda, različite veličine, boje i kombinacije što stvara velik broj artikala koji se teško mogu raspoznati. [38]

6.5 Barkod ili RFID?

Barkod tehnologija koristi se u logistici već dugi niz godina kao standard za identifikaciju i očitavanje pošiljki i proizvoda. Jednostavnost korištenja i cijena naljepnica popločali su put opće primjene u logistici. Da bi barkod bio jedinstveni za svaki proizvod brine se organizacija GS1 koja propisuje standarde svakome tko ga želi implementirati u svoj sustav. [39] U odnosu na barkod, RFID tehnologija nije tako raširena i standardizirana. Usporedba prednosti i nedostataka ovih tehnologija može se vidjeti na slici 19. Iako se RFID prikazuje kao nasljednik barkoda, vrlo je vjerojatno da će ove dvije tehnologije koegzistirati u bliskoj budućnosti. Ukoliko se primjena RFID-a proširi na većinu opskrbnih lanaca i postane standardna tehnologija, barkod može poslužiti kao rezervna opcija pomoću koje će se uvijek moći identificirati proizvod. Ovakva hibridna rješenja su jedan od načina kako dobavljači mogu ispuniti zahtjeve poput Walmartovih. Da bi se hibridno rješenje uspješno implementiralo tvrtke moraju razumjeti prednosti i nedostatke obje tehnologije i razmotriti gdje se koja najbolje uklapa u ukupne operacije. [40]

	Barkod	RFID
Prednosti	• dostupnost i cijena, • jednostavnost, • dokazana tehnologija, • uspostavljeni standardi, • praćenje zaliha, • pouzdanost i točnost.	• skeniranje transpondera daljinski, • automatizirano čitanje više proizvoda, • smanjenje rada, • povećana vidljivost, • praćenje imovine, • mogućnost praćenja pojedinačnih proizvoda, • pohrana više informacija, • poboljšana sigurnost, • robusna i izdržljiva tehnologija.
Nedostatci	• potrebno skenirati barkod, • ograničena vidljivost, • ograničeno praćenje, • nemogućnost praćenja pojedinačnih proizvoda, • potrebno više radne snage, • podložno utjecaju okoliša, vlaga i prljavština, • podložno ljudskim greškama.	• cijena transpondera, • troškovi infrastrukture, • edukacija zaposlenika, • zahtjevnija implementacija, • nedostatak standarda, • potrebna bliska suradnja tvrtki, • zabrinutost za povrat ulaganja.

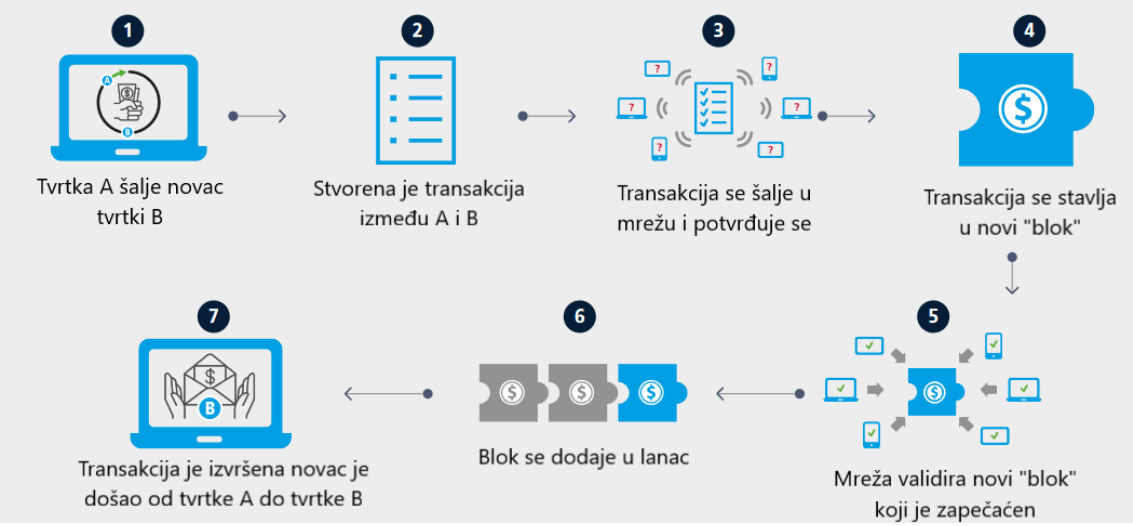
Slika 19 Prednosti i nedostatci barkoda i RFID-a, [40]

6.6 Blockchain i Internet of Things

Logistika i opskrbni lanci suočavaju se s poteškoćama i izazovima vezanih za sigurnost, vidljivost, sljedivost i transparentnost različitih operacija i sektora ili njihovih transakcija. Jedna od tehnologija koja se može primijeniti za svladavanje ovih poteškoća mogla bi biti Blockchain tehnologija. Opskrbni lanac sastoji se od toka informacija, toka proizvoda i toka novca. Današnji lanci se oslanjaju na informacijsku tehnologiju kako bi sve se izvršile sve operacije. Prema nekim izvorima upravo *Blockchain* i *Internet of Things* su tehnologije budućnosti zadužene za unaprjeđenje lanaca opskrbe. [41]

Javnost je *blockchain* tehnologiju primijetila kad su kripto valute uzdrmale financijsku industriju. Sada ova tehnologija nalazi primjenu u svim područjima od umjetnosti, zdravstva, energetike, telekomunikacija te u konačnici i logistici. Termin *blockchain* jednostavno se može prevesti na hrvatski jezik kao lanac blokova. Riječ je o podatkovnim blokovima koji su povezani u jednosmjerni lanac i u kojem svaka nova karika, odnosno blok, zavisi o vrijednosti prve starije karike. Kako to obično biva u informatici kad je nužna sigurnost i određena razina privatnosti, povezivanje blokova u lanac temeljeno je na kriptografiji. Iako se prvi znanstveni radovi na temu kriptografski povezanih blokova podataka pojavljuju još početkom 90-ih godina, *blockchain* kakvim ga poznajemo danas, opisan je i definiran 2008. godine. Tada je “netko” pod pseudonimom Satoshi Nakamoto podigao web-stranicu bitcoin.org i na njoj objavio rad u obliku PDF-a, pod imenom “Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System”. Bez koncepta *blockchaina* ne bi postojala kriptovaluta bitcoin pa niti jedna druga novija kriptovaluta. Naime, *blockchain* rješava problem stvaranja distribuirane baze podataka, bez potrebe za korištenjem posebnog entiteta koji će nadzirati transakcije. *Blockchain* pruža alternativu takvom klasičnom sustavu tako što eliminira treću, centraliziranu stranu, kojoj treba vjerovati. U klasičnim bankovnim transakcijama između dva korisnika, nazovimo ih tvrtka A i tvrtka B, banka igra ulogu nadzornika i bilježnika transakcija. Ako tvrtka A pošalje tvrtki B 10 kuna sa svog računa, banka će zabilježiti da je račun tvrtke A manji za 10 kuna, a tvrtke B veći za jednak iznos, kao što je prikazano na slici 20. Zašto uopće postoji treći, nezavisni entitet? Zato što osigurava da jedan korisnik neće namjerno prevariti drugog. To naravno, funkcionira pod pretpostavkom da tvrtka A i tvrtka B imaju povjerenja u nezavisnog kontrolora, banku, a to banci daje popriličnu moć i izvor zarade.

U opskrbnom lancu ovo može rezultirati povećavanjem povjerenja između sudionika koji dijele međusobne informacije. [42]



Slika 20 Kako funkcionira blockchain, [43]

Blockchain tehnologija implementirana u opskrbni lanac može se upotrijebiti u sljedećim područjima:

- pojednostavljena papirologija: globalna isporuka kontejnera i dalje uključuje mnogo papirologije što podrazumijeva trošenje vremena i novca. Teretnice se također mogu izgubiti, uništiti ili čak krivotvoriti.
- identifikacija krivotvorenih proizvoda: farmaceutska industrija suočava se sa sve većim problemom krivotvorenja lijekova. *Blockchain* može stvoriti transparentnost toka proizvoda od proizvodnje pa sve do pacijenta koji ga koristi.
- olakšano praćenje podrijetla: ukoliko se proizvod mora povući iz prodaje zbog opasnosti po zdravlje, mora se imati brzi pregled porijekla proizvoda. Može se saznati da li i drugi proizvodi pogođeni kako bi ih se brzo moglo povući iz prodaje.
- upravljanje Internet stvarima (IoT): sve više logističkih objekata opremljeno je senzorima koji generiraju podatke duž lanca opskrbe - npr. o statusu pošiljke. Ti se podaci moraju pohranjivati na nepromjenjiv i dostupan način. [44]

6.6.1 Primjer Blockchain-a u opskrbnom lancu

Na odgovor skandala oko kontaminacije hrane diljem svijeta, trgovački lanac Walmart se suprotstavio tom problemu koristeći *Blockchain* tehnologiju. Pilot projekt sljedivosti i transparentnosti prehrambenog opskrbnog lanca obuhvatio je proizvodnju svinjetine u Kini i manga u Srednjoj Americi.

Kina kao najveći svjetski proizvođač svinjetine, činila se logičan izbor za pilot projekt Walmarta. Kineska vlada je u isto vrijeme investirala u sigurnost prehrambenog lanca, tako da je suradnja sa regulacijskim tijelima bila na vrhuncu. Za svinjetinu, postupak počinje u svinjcima gdje svaka životinja označena bar-kodom koji se prati sve do zapakirane svinjetine. Uz to koristi se RFID i kamere, sudionici zapisuju pokrete životinja, a kamere snimaju čitav proces proizvodnje. Ovaj proces pogoduje i životinjama jer se pazi na temperaturu okoliša. Transportne jedinice i kamioni su opremljeni senzorima za temperaturu i vlažnost, ujedno s GPS i GIS sustavima, kako bi transport prošao u idealnim uvjetima. Walmart je mogućnosti odrediti lokaciju i nadgledati uvjete u bilo kojem kamionu. Ako vrijednosti odstupaju od standarda Walmart prima upozorenja kako bi na vrijeme reagirali sa rješenjima. [45]

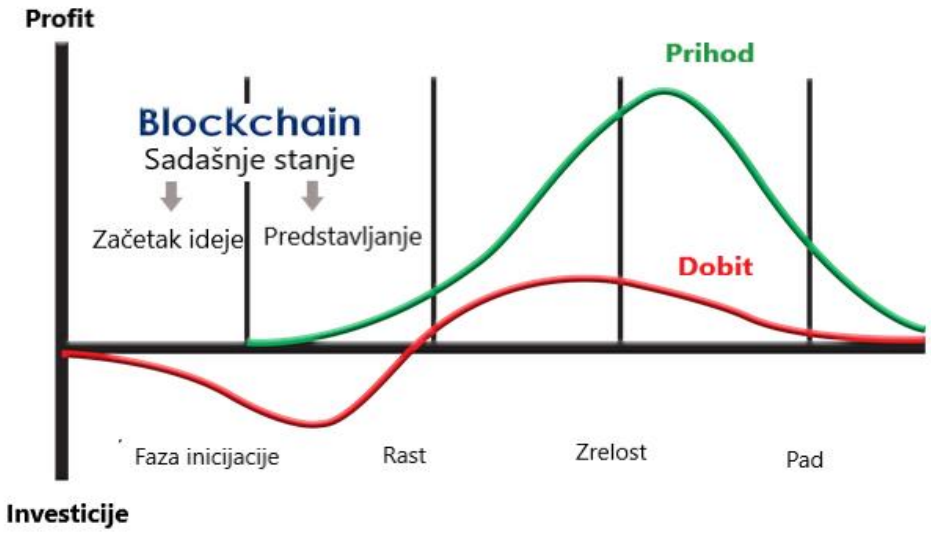
Sa *Blockchain-om* voditelji nabave mogu na daljinu pratiti sve informacije, od datuma isteka do temperature skladišta. Informacija o podrijetlu farme, proizvodnoj seriji, kakvoće tla i gnojiva pa čak i skladišnoj temperaturi i detaljima o isporuci mogu se učitati u elektronski certifikat i povezati pakiranjem proizvoda kroz QR kod. Sljedivost unapređuje sigurnost hrane i ohrabruje javnosti. Ukoliko postoji zaražena hrana koja dospije do kupca, sustav može bolje odrediti koji proizvodi su za otpis bez ugrožavanja cijele serije proizvoda. Ova holistički model sljedivosti ima potencijal smanjiti troškova opoziva proizvoda smanjiti neučinkovite procese i omogućiti tvrtkama da prate porijeklo proizvoda u nekoliko sekundi. [45]

Blockchain je pokazao svoj potencijal za pružanje transparentnosti, vjerodostojnosti i povjerenja u informacije o hrani, tako da sudionici opskrbnog lanca djeluju pravovremeno ukoliko iskrsnu problemi. Sljedivost opskrbnog lanca je neophodan za sprječavanje i pravovremeno reagiranje u slučaju bolesti, kontaminacije hrane ili pokušaju terorizma. S ovom tehnologijom sljedivost hrane je moguća na nivou proizvoda,

a ne skupine proizvoda, što omogućava praćenje u cijelom lancu opskrbe. Ovaj pilot projekt pokazao koji podaci o proizvodu su neophodni: serijski broj, datum pakiranja, količina isporučena, mjerna jedinica, broj narudžbe, a koji su opcionalni: broj palete, datum žetve, kupac, dobavljač. Ključna je dosljednost, potrebni su standardi i smjernice za zadržavanje podataka kako bi se ova tehnologija proširila. [45]

6.6.2 Prednosti i nedostaci *Blockchain* tehnologije

Iako kompanije imaju uvid u moguće prednosti ove tehnologije, čini se da oklijevaju posvetiti resurse za razmatranje mogućih *blockchain* aplikacija. Tome svakako pridonosi činjenica da je ova tehnologija još u povojima kao što je vidljivo prema slici 21.



Slika 21 Trenutno stanje Blockchain *tehnologije, [46]*

Unatoč tomu, prednosti koje *blockchain* s integracijom IoT može ostvariti su velike:

- kontinuitet informacija i pouzdanost – dijeljenje informacija efektivno kroz sudionike povezane u globalne opskrbne lance je ključ vidljivosti i sljedivosti. Kada tvrtka prihvati *blockchain* također prihvaća i intenzivnu suradnju s ostalim članovima. Ova tehnologija omogućuje pouzdanu suradnju između više strana.

- pristup informacijama – brzi i transparenti *blockchain-ovi* osigurat će potreban pristup informacijama kako bi se učinkovito iskoristio ogroman broj podataka stvoren duž lanca opskrbe.
- smanjenje prijevara i krivotvorina - učinkoviti procesi otkrivanja prijevara podržani odgovarajućim tehnologijama postat će sve važniji za smanjenje poslovnog rizika. To će omogućiti transparentne i revizijske značajke *blockchain-a*. [15]

Neosporno je da *blockchain* s IoT imati glavnu ulogu optimizaciji logističkih procesa, ali prije nego do toga dođe, postoji nekoliko izazova koje treba prevladati prije nego postanu dugoročni standardi na tržištu:

- tehnologija *blockchain-a* iako praćena hvalom i pompom je zapravo u povojima i tek se treba dokazati. Učinkovita je u financijskim transakcijama, *BitCoin-u* ali može biti ograničena u izvedbi, skalabilnosti i povjerljivosti.
- veza između digitalnog i fizičkog svijeta – povezanost ova dva svijeta zahtijeva puno uređaja, senzora koji trebaju autentičnost i kalibraciju, sve u svemu uvjerenje da je veza između dva svijeta ispravna bit će izazov, kao i troškovi koji će ih pratiti.
- nedostatak standarda – da bi *blockchain* uspio svi sudionici moraju pristati na karakterizaciju podataka. Koji će se podaci koristiti, koraci koje poduzeti ako određene informacije nedostaju? Sve su to pitanja na koje kompanije moraju uskladiti svoje odgovore.
- trošak implementacija – razvoj i održavanje potrebno za pokretane ove tehnologije je skupo, kao i kvalificirani ljudi koji mogu sprovesti ovu ideju u djelo. [15]

7 ZAKLJUČAK

U današnjem dobu konzumerizma i globalizacije zahtjevi potrošača rastu. Krajnji korisnici očekuju nisku cijenu i kvalitetnu uslugu. Prilikom Internet kupovine zahtjevi za lociranjem pošiljki postaju sve uobičajeni. Prehrambeni proizvodi moraju imati neki od oblika sljedivosti prema regulacijama i zakonima Europske Unije. Ovaj trend nastavlja se i u logistici gdje vidljivost postaje vrlo bitna stavka u poslovanju. Tehnologija praćenja je odgovor na ove zahtjeve. Bar-kod kao opće prihvaćeni standard nalazi se na gotovo svakom proizvodu kojeg se može kupiti u trgovinama. GPS i GSM su tehnologije koje se već godinama koriste kao alati u upravljanju voznog parka. Tu je i RFID tehnologija koja sa pravom primjenom može donijeti ogromne prednosti za tvrtke koje ju implementiraju. Nedavno se počeo spominjati koncept Internet stvari koji spaja tehnološke izume poput RFID-a, različitih senzora i Interneta u moćan alat koji nalazi primjene u svim vrstama industrije pa tako i u logističkoj.

Cilj ovog rada bio je opisati tehnologije praćenja koje se koriste u opskrbnim i transportnim lancima te čimbenike koji utječu na kompanije prilikom odabira i implementacije ovih tehnologija. Zatim predstaviti stvarne primjere primjena tehnologije u tvrtkama te njihove prednosti i nedostatke. I za kraj predstaviti nove tehnologije koje mogu ostvariti praćenje pošiljaka i vidljivost u opskrbnom lancu.

Može se zaključiti kako je vidljivost i transparentnost modernih opskrbnih lanaca neophodna kako bi se suočili sa rizicima i troškovima koji im prijete. Postizanje vidljivosti moguće je uz implementaciju tehnologija praćenja. Barkod tehnologija, koja je opće prihvaćena i sveprisutna služi kao identifikacija proizvoda i pošiljaka, ne pruža dodatne informacije kao primjerice RFID tehnologija. Sukladno tomu može se reći kako primjenom RFID-a u opskrbnim lancima možemo stvoriti potpunu vidljivost ukoliko se tehnologija primjeni kroz cijeli opskrbni lanac. Faktori za uspjeh čine: zajednički ciljevi sudionika, standardizacija tehnologije praćenja i informacijskih tehnologija. Dosadašnji pokušaji primjene RFID-a na razini proizvoda uspjeli su većinski u lancima gdje su proizvodi skuplji. Primjerice farmaceutska i tekstilna industrija koje mogu lakše podnijeti troškove implementacije. Za razliku od toga u lancima koji sadrže manje vrijedne proizvode čija je

marža granična može se reći da je primjena ove tehnologije ograničena na paletne jedinice.

Analizom primjera primjene tehnologije vidljivo je da su prednosti koje pruža RFID tehnologija velike i brojne te bi kompanijama trebale biti primamljive. Razlozi zbog čega RFID tehnologija nije primijenjena kao standardna tehnologija je manjak standardiziranosti i nedostatak kritične mase koja bi ju koristila. Kroz analizu primjene tehnologije u tvrtkama poput Metro Grupe i Walmart-a vidi se da ne postoji univerzalni recept za primjenjivanje tehnologija praćenja. Unatoč tomu, s konceptom Interneta stvari, daljnjeg tehnološkog razvoja te zahtjevima korisnika za sve jeftinijom i brzo dostupnom robom široka primjena tehnologija praćenja čini se izvjesna u budućnosti.

LITERATURA

[1] R. Zelenika, Temelji logističke špedicije, Rijeka: Ekonomski fakultet u Rijeci, 2005.

[2] Č. Ivanković, R. Stanković i M. Šafran, Špedicija i logistički procesi, Zagreb: Fakultet prometnih znanosti, 2010.

[3] S. Hong-ying, »The Application of Barcode Technology in Logistics and Warehouse Management,« u *2009 First International Workshop on Education Technology and Computer Science*, Wuhan, Hubei, China , 2009.

[4] R. Angeles, »Rfid Technologies: Supply-Chain Applications and Implementation Issues,« *Information Systems Management,* svez. 22, br. 1, pp. 51-65, 2006.

[5] Portal Fakulteta računarsta i elektronike Preuzeto sa:

spvp.zesoi.fer.hr/seminari/2005/LivunNina_RFID.pdf [Pristupljeno 6.7.2019.]

[6] Portal CARNet Preuzeto sa:

https://www.cert.hr/wp-content/uploads/2007/01/CCERT-PUBDOC-2007-01-179.pdf [Pristupljeno 5.9.2019.]

[7] Portal Adafruit Preuzeto sa:

www.adafruit.com/product/2800 [Pristupljeno 6.7.2019.]

[8] Portal GPS. Preuzeto sa: www.gps.gov [Pristupljeno 6.7.2019.]

[9] Portal Electronics HUB. Preuzeto sa:

www.electronicshub.org/global-positioning-system-gps [Pristupljeno 6.7.2019]

[10] Portal Electronics HUB. Preuzeto sa:

https://www.electronicshub.org/global-positioning-system-gps/ [Pristupljeno *7.6.2019*.]

[11] Lapaine, M., Lapaine, M., & Tutić, D. (2004). GPS za početnike. Objavljeno na web-stranicama Hrvatskoga kartografskog društva (http://www. kartografija. hr), lipanj 2019.

[12] Portal CARNet. Preuzeto sa:

https://www.cert.hr/wp-content/uploads/2006/05/CCERT-PUBDOC-2006-02-150.pdf [Pristupljeno 5.9.2019]

[13] S. S. Soliman i E. C. Wheatley, Geolocation technologies and applications for third generation wireless, Wireless Communications and Mobile Computing, 2002.

[14] Hillbrand C. ; Schoech R. Shipment Localization Kit: An Automated Approach for Tracking and Tracing General Cargo, Sixth International Conference on the Management of Mobile Business (ICMB 2007).

[15] Portal Deloitte. Preuzeto sa:

https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/lu/Documents/technology/lu-blockchain-internet-things-supply-chain-traceability.pdf [Pristupljeno 26.8.2019.]

[16] K. Witkowski, Internet of Things, Big Data, Industry 4.0 – Innovative Solutions in Logistics and Supply Chains Management, 7th International Conference on Engineering, Project, and Production Management.

[17] Giannopoulos, A. , Lacey, M., Lisachuk, H., Ogura, A.: Shipping Smarter: IoT Opportunities in Transport and Logistics, Deloitte University Press, 2015..

[18] C. Kandel i M. Klumpp, »Development of Tracking Technologies and its Benefits for Purchasing,« u *17th International Working Seminar on Production Economics*, Innsbruck, 2012.

[19] A. Shamsuzzoha i T. Helo, »Real-time Tracking and Tracing System: Potentials for the Logistics Network,« u *International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, Kuala Lumpur, 2011.

[20] W. He, E. Tan, E. Lee i T. Y. Li, A solution for Integrated Track and Trace in Supply Chain based on RFID & GPS, 2009 IEEE Conference on Emerging Technologies & Factory Automation, Date of Conference: 12-14 Oct. 2008.

[21] Y. Ming, X. Wang i R. Zhang, Standardization and Integration of Information System in International Container Logistics; 2008 4th International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, Date of Conference: 12-14 Oct. 2008.

[22] R. C. Basole i M. Nowak, Assimilation of tracking technology in the supply chain, Transportation Research Part E, 2016.

[23] Portal Hrvatski leksikon. Preuzeto sa:

https://www.hrleksikon.info/definicija/kontekst.html [Pristupljeno 12.8.2019.]

[24] Abowd, G. D., Dey, A. K., Brown, P. J., Davies, N., Smith, M., & Steggles, P. (1999). Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness. Lecture Notes in Computer Science.

[25] K. Zhu, K. L. Kraemer i S. Xu, The Process of Innovation Assimilation by Firms in Different Countries:A Technology Diffusion Perspective on E-Business. 2006. Management Science 52(10):1557-1576.

[26] O. Ozkan-Tektas, The Effects of Opportunism and Trust on Buyer-Supplier Relationship: Do Commitment Types Matter?, International Journal of Business and Social Research.

[27] Butner, K. (2010). The smarter supply chain of the future. Strategy & Leadership, 38(1), 22–31..

[28] Portal Metro Grupe. 2017/2019 Preuzeto sa:

reports.metroag.de/annual-report/2017-2018/servicepages/downloads/files/entire_metro_ar1718.pdf [Pristupljeno 24.8.2019.]

[29] Portal Metro Grupe. Preuzeto sa:

https://archiv.metrogroup.de/en/press-releases/2015/09/30/metro-group-successfully-concludes-sale-of-galeria-kaufhofv [Pristupljeno 24.8.2019.]

[30] O. Ali i R. Hingst, Improving the Retailer Industry Performance Through RFID Technology:A Case Study of Wal-Mart and Metro Group, University of Southern Queensland, Australia.

[31] S. Hofmayr, Analysis and comparison of the potential of RFID-technology in European and U.S. retail supply chains, Vienna University of Economics and Business Administration.

[32] Portal Walmart. Preuzeto sa:

https://corporate.walmart.com/ [Pristupljeno: 3.9.2019.]

[33] Portal ID-Systems. Preuzeto sa:

https://www.id-systems.com/casestudies/walmart-spearheads-another-best-practice-in-supply-chain-execution/[Pristupljeno: 3.9.2019.]

[34] Portal Supply Chain Dive: Supply Chain News and Analysis. Preuzeto sa:

https://www.supplychaindive.com/news/RFID-rise-fall-and-return-retail/530608/ [Pristupljeno 28.8.2019.]

[35] Portal Supply Chain Diggest. Preuzeto sa:

http://www.scdigest.com/experts/Gilmore_Impact_Walmart_RFID_Program.php?cid=12273 [Pristupljeno 28.8.2019.]

[36] Portal ZDNet. Preuzeto sa:

https://www.zdnet.com/article/did-wal-mart-love-rfid-to-death/ [Pristupljeno 28.8.2019.]

[37] Portal RFID. Journal Preuzeto sa:

https://www.rfidjournal.com/blogs/experts/entry?11172 [Pristupljeno 28.8.2019.]

[38] Davor Dujak; Ivan Šantorić; Vedrana Tomašević Implementacija RFID tehnologije u logističke i supply chain aktivnosti maloprodaje, Poslovna logistika u suvremenom menadžmentu, Ekonomski fakultet u Osijeku, 2011. str. 259-277.

[39] Portal GS1. Preuzeto sa:

https://www.gs1hr.org/ [Pristupljeno 3.9.2019.]

[40] N. Huber, K. Michael and L. McCathie, "Barriers to RFID Adoption in the Supply Chain," 2007 1st Annual RFID Eurasia, Istanbul, 2007.

[41] A. Sadiq, M. T. Abubakar, H. IsyakuUba, A. T. Mohammed i M. B. Mustafa, The Role of Blockchain Technology Applications in Supply Chain Management, International Journal of Computingand Mathematics Vol: 1 Broj:3 Rujan 2018.

[42] Portal BUG. Preuzeto sa:
https://www.bug.hr/tehnologije/sto-je-u-stvari-blockchain-i-kako-radi-3011,
[Pristupljeno 26.8.2019.]

[43] Portal DHL. Preuzeto sa:
https://www.logistics.dhl/content/dam/dhl/global/core/documents/pdf/glo-core-blockchain-trend-report.pdf, [Pristupljeno 26.8.2019.]

[44] M. P. Niels Hackius, Blockchain in Logistics and SupplyChain: Trick or Treat?, Digitalization in Supply Chain Management and Logistics, Listopad 2017.

[45] R. Kamath, Food Traceability on Blockchain Walmart’s Pork and Mango Pilots with IBM, The JBBA | Volume 1 | Issue 1 | July 2018.

[46] Portal Corbus. Preuzeto sa:

https://www.corbus.com/the-development-of-blockchain-solutions, [Pristupljeno 28.8.2019.]

POPIS SLIKA

Slika 1 Transportni lanac u konvencionalnom transportu, [1] 4
Slika 2 Transportni lanci u kombiniranom transportu, [1] 5
Slika 3 Transportni lanci u međunarodnome multimodalnome transportu, [1] 5
Slika 4 Barkod 7
Slika 5 QR kod „Analiza sustava praćenja pošiljaka u transportnom lancu“ 8
Slika 6 RFID Sustav, [5] 9
Slika 7 RFID transponder, [7] 11
Slika 8 Primjena RFID sustava u skladištu, [6] 13
Slika 9 Dijelovi GPS sustava, [9] 14
Slika 10 Ilustracija određivanja položaja GPS-om, [11] 16
Slika 11 Hibridni sustav lociranja s upotrebom jednog satelita, [12] 18
Slika 12 Internet of Things arhitektura, [14] 19
Slika 13 Područje primjene IoT u transportnom lancu, [16] 20
Slika 14 Podjela track&trace sustava za praćenje, [17] 22
Slika 15 Tri dimenzije vrijednosti koje poboljšavaju dostupnost informacija, [21] 28
Slika 16 Sustav opskrbnog lanca, [21] 31
Slika 17 Konceptualni model primjene tehnologije, [24] [21] 33
Slika 18 Faze primjene tehnologije u Metro Grupi, [30] 44
Slika 19 Prednosti i nedostatci barkoda i RFID-a, [37] 55
Slika 20 Kako funkcionira blockchain, [40] 57
Slika 21 Trenutno stanje Blockchain tehnologije, [43] 59

POPIS KRATICA

AIDC (*Auto Identification and Data Collection*) automatsko prepoznavanje i prikupljanje podataka

QR (Quick response code) dvodimenzionalni crtični kod

RFID (Radio frequency identification) radio-frekvencijska identifikacija

GPS (Global positioning system) Globalni sustav pozicioniranja

GSM (Global System for Mobile Communications) Globalni sustav mobilne komunikacije

CGI (Cell global identify) Globalna identifikacija stanica

E-OTD (Enhanced Observed Time Difference) Opažena razlika u vremenu pri mjerenju

IoT (Internet of Things) koncept Internet stvari

T&T (Track and trace) Tehnologije praćenja

EPC (Electronic product code) Elektronski kod proizvoda

OOS (Out of stock) nedostatak proizvoda na zalihama ili u trgovini, rasprodan proizvod

UHF (Ultra high frequency) Ultra visoka frekvencija

B2B (Business to business) vrsta poslovanja između dva poslovna sudionika

C2B (Consumer to business) vrsta poslovanja između fizičke osobe i poslovnog subjekta

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj diplomski rad isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu diplomskog rada pod naslovom **Analiza sustava praćenja pošiljaka u transportnim lancima**

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

U Zagrebu, 5.9.2019

Student/ica:

(potpis)