

# Unapređenje prognoze prijevozne potražnje kod dopreme prehrambenih proizvoda

---

Zelenika, Hrvoje

Master's thesis / Diplomski rad

2021

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:119:960175>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-12**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository](#)



**Sveučilište u Zagrebu**  
**Fakultet prometnih znanosti**

**DIPLOMSKI RAD**

**UNAPRJEĐENJE PROGNOZE PRIJEVOZNE POTRAŽNJE  
KOD DOPREME PREHRAMBENIH PROIZVODA  
IMPROVEMENT OF TRANSPORT DEMAND FORECAST IN  
FOOD PRODUCTS DELIVERY**

**Mentor: prof. dr. sc. Mario Šafran**

**Student: Hrvoje Zelenika**

**JMBAG: 0195025786**

**Zagreb, rujan 2021.**

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**  
POVJERENSTVO ZA DIPLOMSKI ISPIT

Zagreb, 24. svibnja 2021.

Zavod: **Zavod za transportnu logistiku**  
Predmet: **Prijevozna logistika I**

## **DIPLOMSKI ZADATAK br. 6510**

Pristupnik: **Hrvoje Zelenika (0195025783)**  
Studij: **Inteligentni transportni sustavi i logistika**  
Smjer: **Logistika**

Zadatak: **Unapređenje prognoze prijevozne potražnje kod dopreme prehrambenih proizvoda**

### **Opis zadatka:**

Prognoza prijevozne potražnje temelj je dobrog planiranja prijevoznih kapaciteta. Navedeno je još i važnije kod prijevoza prehrambenih proizvoda, zato je u radu potrebno istražiti sve mogućnosti prognoza prijevozne potražnje u svrhu optimizacije organiziranja prijevoznih procesa.

**Mentor:**

**Predsjednik povjerenstva za  
diplomski ispit:**

---

prof. dr. sc. Mario Šafran

## Sažetak

Planiranje i kontrola aktivnosti lanca opskrbe ovisi o točnim procjenama količine proizvoda i usluga koje treba obraditi, a procjene dolaze kao prognoze. Jedan od najvećih izazova proizvođača hrane i pića je prilagoditi proizvodnju i zalihe kako bi se smanjili gubici proizvoda zbog kratke kvarljivosti. Analiza vremenskih serija vrlo je važna u širokom rasponu primjena, osobito kada je u pitanju predviđanje, i obuhvaća mnogo različitih modela predviđanja. Međutim, potrebno je utvrditi koji model najbolje odgovara svakoj situaciji. Postoji bezbroj modela za izradu prognoza predstavljenih u bibliografiji. Od istraživanja tržišta do najsloženijih metoda računanja. Referenca prikazuje tri glavne skupine ovih metoda, a to su: kvalitativne, povijesne projekcije i uzročne. Ovisno o seriji i željenom vremenu predviđanja, moguće je odabrati tehniku koja najbolje odgovara. Osim odabira najbolje tehnike, predviđanje koje će generirati odabrani model treba biti što je moguće bliže stvarnom koliko je moguće. Drugim riječima, pogreške u predviđanju trebale bi se minimizirati, pa voditelji proizvodnje planiraju nepažnju proizvodnje na tržištu i minimiziraju troškove. Metode predviđanja potražnje mogu se temeljiti na matematičkim modelima koji koriste povijesne podatke ili na kvalitativnim metodama, planiranim prema administrativnom iskustvu i recenzijama kupaca.

Ključne riječi: lanac opskrbe, proizvodnja, planiranje i kontrola, predviđanje

## **Summary**

The planning and control of supply chain activities depend on accurate estimates of the amount of products and services to be processed, and estimates come as forecasts. One of the biggest challenges for food and beverage manufacturers is to adjust production and stocks to reduce product losses due to short-term perishability. Time series analysis is very important in a wide range of applications, especially when it comes to prediction and encompasses many different prediction models. However, it is necessary to determine which model best suits each situation. There are countless forecasting models presented in the bibliography. From market research to the most complex calculation methods. The reference shows three main groups of these methods, namely: qualitative, historical projections, and causal. Depending on the series and the desired prediction time, it is possible to choose the technique that works best. In addition to selecting the best technique, the prediction that the selected model will generate should be as close to the actual as possible. In other words, forecasting errors need to be minimized, so production managers plan market negligence and minimize costs. Demand forecasting methods can be based on mathematical models that use historical data or on qualitative methods, planned according to administrative experience and customer reviews.

Keywords: supply chain, production, planning and control, forecasting

# Sadržaj

1. Uvod .....	1
2. Značajke i vrste prijevoza prehrambenih proizvoda .....	3
2.1. Lanac opskrbe .....	3
2.1.1. Načini transporta .....	5
2.1.2. Intermodalni transport .....	5
2.1.3. Skladištenje .....	6
2.1.4. Pakiranje .....	7
2.2. Koncept logistike i lanaca opskrbe hranom .....	7
2.2.1. Važnost lanca opskrbe prehrambenim proizvodima .....	8
2.2.2. Logističke usluge u razvijenim zemljama .....	9
2.2.3. Logističke usluge u zemljama u razvoju .....	10
2.2.4. Logistika distribucije mesa .....	10
2.2.5. Logistika u opskrbi mlijekom i distribuciji mliječnih proizvoda .....	11
2.2.6. Logistika u lancu opskrbe žitaricama .....	12
2.2.7. Logistika u lokalnom lancu opskrbe hranom .....	13
2.3. Ključni standardi i norme za sigurnost i očuvanje kvalitete hrane .....	14
2.4. Politika i zakonodavstvo na području sigurnosti hrane .....	15
2.4.1. Ključni standardi i norme za sigurnost i očuvanje kvalitete hrane .....	17
2.4.2. Uloga GHI -a i drugih strukovnih društava u provedbi zakona o sigurnosti hrane .....	18
2.5. Sustav kontrole sigurnosti hrane .....	19
3. Uloga i postupci prognoze prijevozne potražnje .....	22
3.1. Uloga i organizacija prijevozne potražnje u prehrambenoj industriji.....	22
3.2. Jednosmjerno predviđanje prijevozne potražnje .....	24
3.2.1. Podaci o razini predviđanja.....	25
3.2.2. Predviđanje trendovskih podataka .....	26
3.2.3. Predviđanje sezonalnih podataka .....	28
3.2.4. Predviđanje trendova i sezonskih podataka .....	30
3.3. Ostali načini predviđanja potražnje .....	31
3.4. Optimalan sastav voznog parka .....	32
4. Prikaz i studija slučaja na primjeru tvrtke Coca-Cola s kritičkim osvrtom .....	35
4.1. Upravljanje zalihama.....	37
4.1.1. Proizvodnja.....	38

4.1.2. Transformiranje, inoviranje i digitalizacija opskrbnog lanca u dijelu proizvodnje.....	39
4.1.3. Dobavljači kao dio opskrbnog lanca.....	40
4.2. Sustav skladištenja i otpreme za dostavu na primjeru Coca-Cola Nogara, Italija.....	42
4.3 Određivanje optimalnog voznog parka za Coca-Colu Nogara, Italija.....	44
5. Prijedlozi unaprjeđenja prognoze prijevozne potražnje .....	50
5.1. Umjetna inteligencija kao unaprjeđenje prognoze prijevozne potražnje .....	51
5.2. Strojno učenje kao unaprjeđenje prognoze prijevozne potražnje .....	53
5.3. Napredno planiranje kao unaprjeđenje prognoze potražnje .....	54
6.Zaključak .....	56
Literatura .....	58
Popis slika.....	62
Popis Grafikona .....	63
Popis Tablica .....	64

# 1. Uvod

Prehrambena i mliječna industrija ovisi o glatkoj i pravodobnoj opskrbi sirovinama. Budući da sastojci potrebni prehrambenoj industriji dolaze s mnogo različitih zemljopisnih lokacija, ponekad na pola svijeta, transport i logistika igraju važnu ulogu u osiguravanju uspjeha industrije. Zbog kratkotrajne prirode sirovina i gotovih proizvoda, prehrambena i mliječna industrija suočena je s mnogim jedinstvenim izazovima koji se ne nalaze u nekoj od drugih industriji. Održavanje sigurnosti hrane postalo je bezuvjetno što se tiče trgovine hranom i potražnje kupaca. Hrana koja se stavlja na tržište mora biti kvalitetna i sigurna za konzumaciju, te ne smije biti izvor bolesti i infekcija. Iz tog razloga, osiguranje sigurnosti i kvalitete hrane pitanje je od međunarodnog značaja i odgovornost proizvođača hrane i vlada.

Predviđanje potražnje uvijek je imalo značajnu ulogu u procesima planiranja i kontrole upravljanja lancem vrijednosti u poduzećima. Potražnja za proizvodima tvrtke izravno određuje potrebnu vrstu i obujam proizvoda u vrijeme i na mjestu njihove prodaje, čime neizravno utječu na planiranje resursa i kapaciteta u cjelini opskrbnog lanca, od kupnje sirovina i distribucije proizvoda do krajnjeg kupca. Nužnost izrade budućih procjena potrošnje dovodi do stvaranja neovisnih prognoza provedenih na nekoliko mjesta opskrbnog lanca i dovodi do netočne koordinacije aktivnosti tvrtke te do nerazmjerne količine zaliha zajedno s cjelokupnim protokom materijala u poduzeću. Krajem prošlog stoljeća gore navedeni razlozi rezultirali su potrebom za integriranim upravljanjem unutarnjim procesima tvrtke. To bi trebalo obuhvatiti zajedničkom prognozom potražnje koja se odnosi na cijelo poduzeće. Samo se ova vrsta predviđanja može učinkovito koristiti kao izvor informacija za sve daljnje korake planiranja tvrtke. Važnost zajedničke prognoze buduće prodaje poduzeća potkrijepljena je činjenicom da je većina autora novu funkciju tvrtke posvetila upravljanju lancem i naziva se planiranje potražnje.

Rad je podijeljen u šest cjelina:

1. Uvod
2. Značajke i vrste prijevoza prehrambenih proizvoda



3. Uloga i postupci prognoze prijevozne potražnje
4. Prikaz i studija slučaja na primjeru tvrtke Coca-Cola s kritičkim osvrtom
5. Prijedlozi unaprjeđenja prognoze prijevozne potražnje
6. Zaključak

U drugom su poglavlju opisane značajke i vrste prijevoza prehrambenih proizvoda s naglaskom na pojmove o lancu opskrbe, način logistike i vrste logističkih prijevoza u prehrambenoj industriji kao i s naglaskom na norme i standarde. U trećem poglavlju su opisani statistički pojmovi i postupci prognoze prijevozne potražnje. U četvrtom poglavlju je prikaz i studija slučaja na primjeru tvrtke Coca-Cola s kritičkim osvrtom, u odnosu na dostupne podatke, s tim da je u studiji slučaja pokazan primjer izračuna optimalnog sastava voznog parka koji zadovoljava traženu prijevoznu potražnju. Peto poglavlje su prijedlozi unaprjeđenja prognoze prijevozne potražnje s naglaskom na moderne tehnologije koje se tek probijaju i nalaze svoje mjesto u prognozama prijevozne potražnje.

## **2. Značajke i vrste prijevoza prehrambenih proizvoda**

Globalizacijom tržišta i rastom trgovine prehrambenih proizvoda pred proizvođače se postavljaju sve kompleksniji zadaci. Cilj je u što kraćem vremenu isporučiti prehrambene proizvode i time zadovoljiti sve zahtjevnije potrošače, imajući na umu da je samo zadovoljan kupac jamstvo uspjeha na tržištu. Velik udio prehrambenih proizvoda je temperaturno osjetljiv, odnosno zahtjeva određeni temperaturni režim. Stoga je potrebno posvetiti posebnu pažnju ovoj vrsti proizvoda, kako bi se očuvala njihova zdravstvena ispravnost i kvaliteta. Sustav upravljanja proizvodnim procesima u većini tvrtki koje proizvode hranu je učinkovit zbog korištenja potpuno automatiziranih, modernih tehnologija proizvodnje i nadzora te iskusnih i dobro osposobljenih zaposlenika. S druge strane, procesi distribucije koji uključuju skladištenje i transport proizvoda često su kritična karika u prehrambenom lancu. Jedan od razloga je dinamičnost tih procesa; proizvod je potrebno dostaviti s jedne lokacije na drugu u što kraćem vremenu[1].

### **2.1. Lanac opskrbe**

Lanac opskrbe sastoji se od procesa planiranja, provedbe i kontrole učinkovitosti, isplativosti protoka robe, skladištenja sirovina, gotovih materijala i informacija povezanih s kretanjima robe od točke nastanka do točke potrošnje s ciljem zadovoljenja potrošačkih zahtjeva[2].

Prema Cooperu (1997), logistika se bavi protokom materijala, zaliha i informacija unutar opskrbnog lanca, dok upravljanje lancem opskrbe integrira sve poslovne procese između svih uključenih tvrtki. Unatoč različitim definicijama opskrbnog lanca, jasno je da je svrha upravljanja opskrbnim lancem kao integracijske funkcije razviti konkurentan poslovni model povezivanjem ključnih poslovnih funkcija i procesa unutar i među gospodarskim subjektima. Stoga se može odrediti pet elemenata ključnih za postizanje rezultata lanca opskrbe: proizvodnja, zalihe, lokacija, prijevoz i informacije. Koordinacija ovih elemenata potrebna je kako bi se postigla najbolja kombinacija učinkovitosti i isplativosti za ciljano tržište. Koordinacija protoka roba, informacija i financija između uključenih tvrtki na putu od sirovina do krajnjeg potrošača zapravo upravlja lancem opskrbe. Pojam lanca opskrbe odnosi se na praćenje procesa opskrbe od svih sudionika distribucijskog kanala, s ciljem procjenjujući kako potražnja potrošača utječe na kretanje ponude

proizvoda putem brojnih posrednika. Članovi opskrbnog lanca su proizvođači, distributeri, veletrgovci, trgovci koji surađuju u procesu opskrbe, isporuke, proizvodnje i prodaje, a sve u cilju zadovoljenja potražnje. Prilikom procjene učinkovitosti opskrbnog lanca posebnu pozornost treba posvetiti istraživanju poslovnih odnosa među sudionicima, jer ono definira performanse lanca opskrbe. Uspješan lanac opskrbe daje konkurentsku prednost svim svojim članovima [2].

Na slici 1 prikazan je uzorak opskrbnog lanca, gdje strelice označavaju protok proizvoda prema potrošaču. Ova slika prikazuje i ulaznu logistiku (isporuka sirovina i ambalažu proizvođaču), kao i izlaznu logistiku (prijevoz i skladištenje gotovog proizvoda do krajnjeg potrošača).



Slika 1. Lanac opskrbe, [3]

S obzirom na broj članova, postoje tri vrste opskrbnih lanaca: izravni, prošireni i konačni lanac opskrbe. Lanac izravne opskrbe najjednostavniji je oblik jer su uključeni samo dobavljač, središnja tvrtka i kupac. Prošireni lanac opskrbe uključuje dobavljača, tvrtku, kupca, kao i dobavljačevog dobavljača, gdje konačni lanac uključuje sve članove u svim tokovima robe, usluga, informacija i kapitala, počevši od prvog dobavljača do konačnog potrošača. Slično tradicionalnom opskrbnom lancu, konačni opskrbni lanac sastoji se od dobavljača, središnjeg poduzeća i potrošača te konačnog dobavljača i krajnjeg kupca. Važnu ulogu u konačnom lancu opskrbe imaju logistika, pružatelji financijskih usluga i istraživanje tržišta. Logistika je sudionik u lancu opskrbe, koji je u kontaktu s kupcem i središnjom tvrtkom, a zadaća joj je isporučiti, distribuirati i planirati sve povezane logističke zadatke. Plaćanje i kreditne usluge između središnjeg poduzeća i dobavljača obavlja pružatelj financijskih usluga, dok istraživači tržišta prikupljaju podatke o potražnji i povratne informacije o potražnji potrošača. Lanac opskrbe može biti duži ili kraći. Dulji je ako je uključeno više članova i kraći ako proizvođač izravno prodaje proizvod ili uslugu. Učinkovitost

lanaca opskrbe procjenjuje se mjerenjem performansi pojedinih tvrtki uključenih u lanac. Tijekom mjerenja uzimaju se u obzir ekonomski pokazatelji, tijek informacija, odnosi među sudionicima itd. Stoga nam ova procjena daje mogućnost uvida u cjelokupnu sliku o tome gdje lanac dobro funkcionira, a gdje bi moglo doći do zastoja [4].

### **2.1.1. Načini transporta**

Načini prijevoza osmišljeni su za prijevoz putnika ili tereta, ali većina načina prijevoza može kombinirati oboje. Na primjer, automobil ima kapacitet prijevoza tereta, dok putnički avion ima trbuh koji se koristi za prtljagu i teret. Svaki način karakterizira skup tehničkih, operativnih i komercijalnih karakteristika. Tehničke karakteristike odnose se na atribute kao što su brzina, kapacitet i pokretna tehnologija, dok operativne karakteristike uključuju kontekst u kojem se radi, uključujući ograničenja brzine, sigurnosne uvjete ili radno vrijeme. Potražnja za prijevozom i vlasništvo nad vrstama dominantna su komercijalna obilježja jer se načini prijevoza koriste za potporu gospodarskim aktivnostima i stvaranje prihoda [5].

Za distribuciju hrane često se koristi nekoliko načina prijevoza. Najčešća metoda je cestovna teretna vozila, a to čini oko 70,5 posto ukupnog prijevoza hrane. Međutim, postoji nekoliko drugih uobičajenih metoda. Na primjer, oko 17 posto se šalje željeznicom, a oko 8 posto brodovima. Još 4,5 posto šalje se zrakom [5].

### **2.1.2. Intermodalni transport**

Intermodalni prijevoz znači premještanje robe velikih dimenzija u istim kontejnerima na bazi čelika kroz dva ili više načina prijevoza. To je tipičan način premještanja robe u moderno doba. Intermodalni transfer može uključivati kamion, željeznicu, brod, a zatim ponovno kamion. U osnovi, umjesto prebacivanja robe s jednog vozila na drugo na svom putu, intermodalni prijevoz umjesto toga rukuje tim posebnim standardiziranim kontejnerima. Ovaj proces donosi mnoge prednosti, poput povećane sigurnosti robe i brže isporuke. Ovaj način prijevoza datira iz Britanije iz 18. stoljeća. Britanci su ga koristili za premještanje ugljena pohranjenog u kontejnerima preko njihove kanalske mreže. No, tek 1960 -ih intermodalni prijevoz je postao omiljeni izbor za pomorski promet. Logističke tvrtke i međunarodne organizacije uložile su napore da integriraju druge načine prijevoza kroz intermodalnost. Kasnije su kontejnerizacija i standardiziranje

međunarodnih veličina kontejnera učinili intermodalni prijevoz još unosnijim omogućujući jednostavno rukovanje između modalnih sustava. Trenutno je intermodalni transport dominantan način za globalni lanac opskrbe i logistiku [5,6].

Intermodalni transport postao je okosnica trgovine i logističke industrije jer nudi toliko prednosti. Nažalost, zbog velike udaljenosti neki su problemi i situacije neizbježni. Neke od prednosti korištenja intermodalnog transporta su [6]:

1. Brza usluga: intermodalnim prijevozom tvrtka može smanjiti vrijeme isporuke. Tvrtka može koristiti najbrži način prijevoza na velike udaljenosti. Korištenje kontejnera također omogućuje učinkovit prijenos robe s jednog načina prijevoza na drugi. Skraćeno vrijeme utovara i istovara pridonosi bržoj isporuci;
2. Niži troškovi: otpremnici uživaju u nižim cijenama, uz niske troškove rukovanja. Ove su cijene također predvidljivije. Tako je cijeli intermodalni transfer jeftiniji. Odabir željezničkog prijevoza također je dobar način za smanjenje troškova jer troši manje goriva dok putujete na znatne udaljenosti;
3. Povećani kapacitet: budući da većina industrija koristi intermodalni prijenos, relativno je lako postići ekonomiju opsega i osigurati povećani kapacitet. Tvrtke također mogu koristiti obrnutu logistiku za punjenje velikih kontejnera;
4. Sigurnost: kontejneri skladište robu tijekom putovanja. Također im nije potrebno rukovanje tijekom prebacivanja između načina prijevoza. Ovi su kontejneri poput skladišta i ograničavaju rizik od oštećenja robe. Dakle, nitko nema pristup robi dok je u tranzitu. Korištenje kontejnera također smanjuje šanse za krađu. Također, kontejner je uvijek pod nadzorom, za razliku od pošiljaka izvan ceste, čime se pruža najveća sigurnost robe;
5. Ekološki prihvatljiva usluga: smanjenjem ugljičnog dioksida po pošiljci umanjuje se šteta po okoliš koju uzrokuje [6].

### **2.1.3. Skladištenje**

Logistika ne uključuje samo kretanje robe, već i njezino skladištenje. Osim ako proizvod nije naručio klijent na licu mjesta, vjerojatno će proizvod u nekom trenutku svog putovanja do potrošača ući u skladište. Takvo skladištenje može se dogoditi u bilo kojoj fazi lanca opskrbe: u

skladištu proizvođača, distributera i/ili skladištu na malo. Faze posrednog opskrbnog lanca kreću se od čistih skladišnih centara do namjenskih objekata za pristajanje, u kojima se teret iz uzvodnih kamiona dobavljača/vagona prenosi izravno u izlazne kamione/vagone namijenjene za nizvodne faze. Osim skladištenja, skladišta mogu pružiti dodatne usluge: pokupiti i pakirati (prepakiranje paletiziranih proizvoda u manje količine namijenjene bilo trgovcima na malo ili krajnjim potrošačima), carinjenje, pa čak i dopunske funkcije dovršavanja proizvoda, poput prilagođavanja robe lokalnom tržištu [7].

#### **2.1.4. Pakiranje**

Odluke o pakiranju inherentno su povezane s opskrbnim lancem. Roba se često otprema u rasutom stanju i razbija u količine u veličini potrošača u skladištu ili drugom objektu, a pojedinačna roba ponekad se grupira u veće krajnje artikle, poput višestrukih pakiranja, i paletizira. Materijali za pakiranje (palete, kutije, torbice, listići i drugo). I za gotovu robu i za pomoćne funkcije mogu biti projektirani tako da se mogu reciklirati, kompostirati ili koristiti za višekratnu upotrebu [7].

## **2.2. Koncept logistike i lanaca opskrbe hranom**

Logistika prehrambenog lanca značajna je komponenta unutar logističkog sustava u cjelini. Prehrambeni sektor igra značajnu ulogu u gospodarstvu i jedan je od glavnih doprinosa BDP-u (bruto domaći proizvod) mnogih zemalja, osobito u zemljama u razvoju. Prema Europskoj komisiji (2010.), industrija hrane i pića jedan je od najvažnijih i najdinamičnijih industrijskih sektora u Europi koji se sastoji od više od 300.000 tvrtki koje zapošljavaju više od 4 milijuna ljudi. Trenutni trend u lancu vrijednosti hrane karakteriziraju tri najvažnije značajke [8]:

1. veća koncentracija farmi, prehrambene industrije i veletrgovaca;
2. razvoj integriranih lanaca opskrbe koji povezuju proizvođače i druge dionike;
3. sve veća potražnja potrošača za kvalitetom i sigurnošću hrane (svježa hrana, ukusna, hranjiva i sigurna) i dobrobiti životinja.

Međutim, do danas uspostavljena veza između logističkih sustava, dionika u poljoprivredi i opskrbi hranom je prilično labava i fragmentirana. Čak i unutar pojedinih tvrtki, vertikalna i unutarnja integracija u vezi s teretom i logistikom je labava, pa su one ekonomski i ekološki

neučinkovite i neodržive. S tim u vezi, učinkovita i djelotvorna logistika bit će ključni faktor uspjeha i za proizvođače i za maloprodaje [8].

### **2.2.1. Važnost lanca opskrbe prehrambenim proizvodima**

Lanci opskrbe hranom neki su od najtežih za upravljanje jer moraju često rješavati vremenska ograničenja kako bi se izbjeglo kvarenje, kao i zabrinutost zbog onečišćenja, velikih omjera težine i vrijednosti, krhkosti, jedinstvenih zahtjeva za pakiranje i potencijalnog utjecaja hrane koje se više proizvodi nego troši. Jedan izazov odnosi se na to da proizvodnja hrane inherentno ovisi o prirodi. Ne samo da je uzgoj mnogih namirnica geografski ograničen, već i vremenski. Voće, povrće i žitarice obično imaju fiksne cikluse rasta s kratkim i specifičnim godišnjim razdobljima berbe. Međutim, sjevernoamerička i europska potražnja za mnogim od ovih artikala postoji tijekom cijele godine. Postoje tri mogućnosti za lokalnu opskrbu svježim proizvodima izvan sezone: nabava iz udaljenih uzgojnih područja, upotreba dugotrajnog skladištenja ili uzgoj u zaštićenom okolišu poput staklenika. Uvoz proizvoda često rezultira nižim ukupnim emisijama od žetve i skladištenja lokalnih proizvoda nekoliko mjeseci. Carlsson Kanyama (2003.) pokazuje, na primjer, da skladištenje čini 60% emisije ugljika povezane s mrkvom. Veće emisije ne mogu biti posljedica samo energije potrebne za kontrolu klime, već i inherentnih gubitaka prinosa koji se javljaju tijekom skladištenja. Zaštićeni uzgoj još je energetski intenzivniji. Stoga lanci opskrbe na velike udaljenosti, iako su energetski intenzivni, mogu dati najmanju ukupnu emisiju za pružanje proizvoda izvan sezone potrošačima [9].

Drugi izazov odnosi se na situacije u kojima se slične namirnice proizvode lokalno i uvoze s udaljenih lokacija, intenzitet emisije metoda proizvodnje mora se uzeti u obzir pri svakoj usporedbi ukupnih emisija u lancu opskrbe. Treći izazov je da visoko kvarljiva hrana zahtijeva posebno rukovanje kako bi se izbjegao gubitak prinosa i potencijalni zdravstveni problemi. Ove namirnice često zahtijevaju hlađenje, hlađenje ili zamrzavanje tijekom transporta i/ili skladištenja. Možda će biti potrebno kontrolirati i druge uvjete, kao što su vlaga, izloženost zraku ili kontakt s drugim predmetima. Ovi zahtjevi povećavaju potrošnju energije i emisije. Četvrti izazov je da lokacija objekata u lancu opskrbe hranom također može utjecati na emisije. Na primjer, Sim i sur. (2007) otkrivaju da se ukupna emisija ugljika može značajno smanjiti lociranjem postrojenja za preradu i skladištenje u zemlje u kojima se više električne energije proizvodi iz obnovljivih goriva

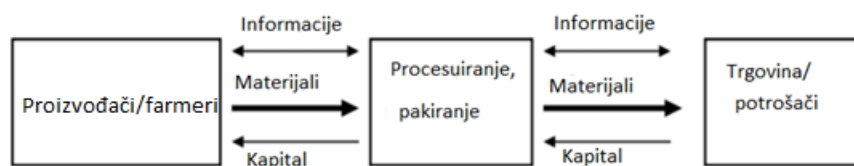
ili čistije energije. Peto, kad je vrijeme najvažnije, kao što je slučaj s prijevozom vrlo kvarljivih proizvoda, poput bobica, zračni teret može biti jedina održiva mogućnost prijevoza. Zračni prijevoz može također biti potreban u regijama poput Afrike gdje ne postoji druga održiva alternativa za transport proizvoda na tržište. Kao što je ranije pokazano, zračni transport je visoko energetski intenzivan. Scholz i sur. (2009) izvješćuju da svježi losos koji se prevozi iz inozemstva ima dvostruko veći utjecaj na okoliš od smrznutog lososa koji se prevozi kontejnerskim brodovima na istoj udaljenosti. Razlika zbog načina prijevoza u ovom je slučaju daleko značajnija od izbora proizvodnje kao što su divlje u odnosu na uzgojeno ili organsko u odnosu na konvencionalno. Šesti izazov je da sigurno skladištenje hrane ne zahtijeva samo kontrolu klime, već i visok stupanj sanitarnih uvjeta. U većini razvijenih zemalja skladišta moraju biti izgrađena i održavana prema strogim smjernicama kako bi bila certificirana s „prehrambenom ocjenom”[10].

### **2.2.2. Logističke usluge u razvijenim zemljama**

Uloga upravljanja lancem proizvodnje i opskrbe diljem svijeta raste zbog sve veće zabrinutosti potrošača zbog sigurnosti i kvalitete hrane, zajedno sa zahtjevima trgovaca za velikim količinama dosljednih i pouzdanih proizvoda. U razvijenim zemljama, gubici proizvoda (gubici nakon berbe) općenito su mali tijekom prerade, skladištenja i rukovanja zbog učinkovitosti opreme, boljih skladišnih prostora i kontrole kritičnih varijabli od strane kvalificiranog i obučenog osoblja. Od nedavno se razvija koncept poljoprivredne i prehrambene logistike jer je učinkovitiji, a učinkovitiji sustav upravljanja je potreban za planiranje proizvodnje hrane, fizičko prikupljanje primarnih proizvoda s polja i imanja, preradu i skladištenje na različitim razinama, rukovanje, pakiranje i distribucije finalnog proizvoda. U lancu opskrbe hranom uključeni su mnogi dionici, poput poljoprivrednika, prodavača/agenata, veletrgovaca, maloprodavača na selu, dobavljača i prijevoznika. Na svim razinama, protok informacija i upravljanje proizvodima bitni su za održavanje kvalitete hrane u cijelom lancu (vidi sliku 1). Protok ulaznih resursa od poljoprivrednih gospodarstava do potrošača treba detaljno opisati, a ograničenja u svakom potprocesu potrebno je identificirati kako bi se razvila odgovarajuća rješenja za probleme povezane s logistikom [11].

Na slici 2 se vide kretnje odnosno razmjene informacija, materijala te kapitala između proizvođača i potrošača te procesa koji ih spajaju.





Slika 2. Materijalni, kapitalni i informacijski protok između proizvođača (poljoprivrednika) i potrošača, [11]

### 2.2.3. Logističke usluge u zemljama u razvoju

Razvoj male poljoprivrede u zemljama u razvoju vrlo je osjetljiv na prometne strategije. Mnogi izolirani poljoprivrednici imaju male mogućnosti izbjeći siromaštvo jer su njihove potencijalne marketinške aktivnosti otežane neadekvatnim ili lošim prometnim kapacitetima. Planiranje ruralnog prijevoza mora se baviti potrebama ljudi, što je više moguće na razini kućanstva. Takav dobro planiran prometni sustav malim vlasnicima omogućuje prijelaz s uzdržavanja na komercijalnu poljoprivredu malih razmjera. To im pomaže u učinkovitijoj berbi i prodaji usjeva, smanjuje napor i, olakšavajući komunikaciju, pomaže potaknuti društvenu integraciju i poboljšati kvalitetu života. Dostupnost cestovne infrastrukture (koja uključuje sporedne ceste, kolosijeka i staze), skladišnih objekata i transportnih usluga povećava mobilnost i potiče proizvodnju [11].

### 2.2.4. Logistika distribucije mesa

Sa stajališta učinkovitog upravljanja logistikom, potreban je integrirani pristup od farme do stola za učinkovitu kontrolu opasnosti od hrane, što je zajednička odgovornost proizvođača, prerađivača, distributera, trgovaca na malo, operatera hrane i potrošača. Ovo je važno pitanje jer se povećanjem svjetske populacije i poboljšanjem životnog standarda povećava potrošnja mesa, a osobito u razvijenim zemljama potrošači preferiraju hranu bez dodataka ili kemijskih ostataka; hranu izloženu minimalnoj preradi; sigurnu i ekonomičnu hranu. Sve veći interes za

transparentnost lanca opskrbe hranom navodi prehrambenu industriju na razvoj, implementaciju i održavanje sustava koji poboljšavaju upravljanje opskrbom hranom s pozitivnim posljedicama na sigurnost i kvalitetu hrane. Budući da neadekvatno postupanje prilikom uzgoja životinja može narušiti kvalitetu mesa i dovesti do veće kontaminacije patogenima, posvećuje se veća pozornost humanom postupanju sa životinjama [12].

Iako su prijevoz na velike udaljenosti i loše rukovanje stresni i ugrožavaju dobrobit životinja, postoji tendencija smanjenja broja klaonica zbog specijalizacije i centralizacije. Budući da tako daleki transport ima negativan utjecaj na dobrobit životinja, kvalitetu mesa i okoliš u obliku emisija koje proizlaze iz vozila, provode se studije kako bi se identificirali načini smanjenja transportne udaljenosti, vremena prijevoza i stresa životinja u lancu opskrbe životinja i distribuciji mesa. Posebno utovar i istovar tijekom transporta za klanje identificirani su kao vrlo stresne aktivnosti za životinje. Dvije su moguće strategije za poboljšanje dobrobiti životinja tijekom prijevoza od farme do klaonice [12]:

1. Smanjenje čimbenika koji izazivaju stres poboljšanjem logistike prijevoza životinja i metoda rukovanja. To uključuje poboljšanje rukovanja životinjama u cijelom logističkom lancu, poboljšanje mogućnosti utovara i istovara, poboljšanje performansi vožnje i klanje u klaonicama.
2. Minimiziranje ili izbjegavanje prijevoza životinja promicanjem malih lokalnih klaonica ili razvojem mobilnih ili polupokretnih klaonica [12].

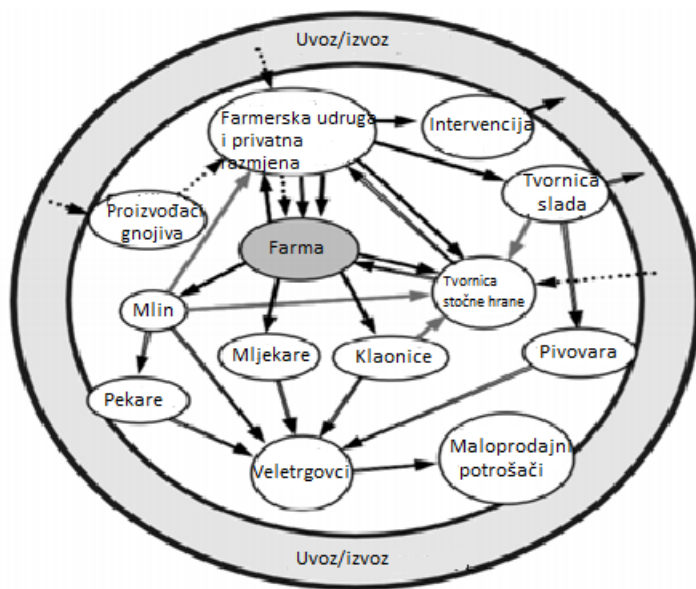
### **2.2.5. Logistika u opskrbi mlijekom i distribuciji mliječnih proizvoda**

Mlijeko je važan poljoprivredni proizvod koji stočari koriste i za potrošnju i za tržište. Marketing mlijeka, višak za potrebe obitelji i farme, poboljšava prihod farmi, stvara zaposlenje u preradi, marketingu i distribuciji te doprinosi sigurnosti hrane u ruralnim i urbanim zajednicama. U razvijenim zemljama prijevoznike tvrtke prikupljaju mlijeko od farmi do sabirnih mjesta, a zatim ga prevoze do mljekara. Mliječna industrija nudi posebnu posudu za mlijeko u koju poljoprivrednici skladište mlijeko prije nego transporteri prikupe mlijeko. Obično se kamioni i prikolice cisterne koriste za prikupljanje mlijeka s farmi i dostavu do najbliže mljekare. Mlijeko koje se isporučuje mljekarama prerađuje se i distribuira potrošačima. Mliječne proizvode kao što su mlijeko, prah, jestiva mast i sir distribuiraju distributeri mliječnih proizvoda [13].

## 2.2.6. Logistika u lancu opskrbe žitaricama

Tijekom posljednjih 20 godina protok robe je strahovito povećan, uglavnom ne zbog povećanja količine robe, već zbog drugih čimbenika poput specijalizacije i centralizacije proizvodnih sustava i globalizacije marketinga. Prijevoz poljoprivredne robe značajna je komponenta u takvom rastućem prijevozu robe. Na primjer, oko 13% međunarodne pomorske trgovine je transport žitarica. Prijevoz žitarica glavna je komponenta u poljoprivrednom prijevozu općenito i uključuje prijevoz žitarica od farme do skladišta/terminala, između farmi, između terminala, od farmi i terminala do stočne industrije i mlinova te od terminala do luka za izvoz [14].

Slika 3 prikazuje kretanje tokova materijala od uvoza, prerade i daljnje proizvodnje do prodaje potrošnje, pa i izvoza različitih vrsta materijala i proizvoda.



Slika 3. Tokovi materijala od i do poljoprivrednih gospodarstava i drugih sektora, [14]

### 2.2.7. Logistika u lokalnom lancu opskrbe hranom

U sektoru poljoprivrede, globalizacija proizvodnje hrane značajno je utjecala na sustav opskrbe hranom povećanjem udaljenosti koju hrana mora preći do potrošača. Ova situacija ne samo da je povećala emisiju stakleničkih plinova, već je i smanjila odnos između lokalnih proizvođača hrane i potrošača, utječući na lokalne proizvođače hrane, njihov okoliš i njihovu kulturu. Što se tiče udaljenosti, lokalno proizvedenu hranu možemo okarakterizirati blizinom mjesta proizvodnje potrošačima, a obično postoji ograničenje, npr. 160 km u Velikoj Britaniji i 250 km u Švedskoj. Osim zemljopisne udaljenosti, lokalno proizvedena hrana smatra se i hranom koja zadovoljava niz kriterija, poput dobrobiti životinja, zaposlenosti, poštenih trgovačkih odnosa, profitabilnosti proizvođača, zdravstvenih, kulturnih i ekoloških pitanja [15].

Potencijalni proizvođači domaće hrane žele proširiti svoje prodajno područje. Međutim, sve veća prodaja lokalno proizvedene hrane, na malim osnovama, mora prevladati glavne probleme kao što su niska razina proizvodnje i veća nestabilnost tržišnih cijena i visoka sezonalnost prehrambenih proizvoda na tržištu, neadekvatni kapaciteti za pakiranje i skladištenje, ograničena ili nikakva prijevozna sredstva i ograničeno poznavanje potencijalnog tržišta. Ovi se problemi mogu prevladati uglavnom ako se lokalni sustavi hrane mogu prigrliti dominantnom hranom lanca supermarketa, a to se može olakšati integriranjem lokalnog sustava hrane u velike kanale distribucije hrane. Takva integracija u lokalne prehrambene sustave igra ključnu ulogu u razmjeni informacija i oskudnih/skupih resursa jer omogućuje dionicima pristup pravim informacijama u pravo vrijeme. Dobro organizirane informacije o lokalnoj hrani važne su kako bi se zadovoljila sve veća potražnja potrošača za dobrim poznavanjem i informacijama o podrijetlu hrane te načinu rukovanja i transporta. Integracija logističke mreže također je korisna u stvaranju povoljne situacije za zainteresirane istraživače. Na primjer, moglo bi se uspostaviti dobro upravljanje podacima koje pak pomaže u provođenju detaljnijih studija o logističkim aktivnostima omogućujući daljnja poboljšanja koja povećavaju održivost lokalnih prehrambenih sustava. Integracija također olakšava poboljšani sustav sljedivosti koji ovisi o informacijskoj povezanosti i pruža dodatni sloj sigurnosti hrane koji bi se mogao lakše uspostaviti unutar integriranih sustava. Jedna je očita prednost takve koordinacije i integracije logističke mreže ta što se svaki dionik u mreži koncentrira na svoju posebnost i poboljšava svoju produktivnost u kvaliteti i količini [16].

## 2.3. Ključni standardi i norme za sigurnost i očuvanje kvalitete hrane

Europska unija definirala je sigurnost hrane kao jedan od ključnih prioriteta, jer je postala jedan od bezuvjetnih zahtjeva kada je u pitanju trgovina hranom, od zahtjeva potrošača, do hrvatskog i europskog zakonodavstva. Ovo se pitanje može promatrati s dva aspekta. Prvo je sigurnost izvora hrane, važna u nerazvijenim zemljama, dok je druga sigurnost ona koja se odnosi na sanitarnu ispravnost. Stoga je važno uspostaviti i održavati učinkovitu komunikaciju između svih subjekata uključenih u preradu hrane, zakonodavstva i regulatornih uprava te potrošača, kako bi se očuvala kvaliteta i sigurnost hrane u cijelom proizvodnom lancu, interese potrošača i osiguravanje slobodnog protoka hrane na tržištu. Strategija „od farme do vilice“ kojom se želi postići potpuno upravljanje sigurnošću hrane, ima veliki značaj u suvremenom svijetu, za put od hrane proizvodnja potrošaču može oduzeti vrijeme i prostor, a usput se mogu pojaviti i razne opasnosti - u samoj proizvodnji, tijekom transporta, skladištenja i pripreme hrane. Stoga je važno uspostaviti i održavati učinkovitu komunikaciju između svih subjekata uključenih u preradu hrane, zakonodavstva i regulatornih uprava te potrošača, kako bi se očuvala kvaliteta i sigurnost hrane u cijelom proizvodnom lancu [17].

Četiri glavna elementa strategije sigurnosti hrane u Europskoj uniji su propisi o sigurnosti hrane za ljude i životinje, neovisna i ocjena javnog zdravlja, konkretne radnje u provedbi propisa i kontroli procesa, poznavanje prava potrošača na izbor na temelju potpunih informacija o tome gdje hrana dolazi i njezin sadržaj. Jedan od elemenata sigurnosti hrane odnosi se na provođenje zakona i kontrolu hrane, a provodi se sustavom brzih informacija o hrani za ljude i životinje koji omogućuje brz protok informacija o novim rizicima. Standardi kvalitete za većinu kategorija hrane postavljeni su posebnim zakonima, s ciljem informiranja potrošača i zaštite njihovih prava. Zakoni uključuju [17]:

1. odobrene tehnološke metode koje se primjenjuju u proizvodnji i preradi hrane,
2. definirana kemijska, fizikalna, fizikalno-kemijska i osjetilna svojstva, sadržaj hrane (vrste i količina sastojaka),
3. klasifikaciju, kategorizaciju i naziv hrane,
4. metode koje je potrebno primijeniti prije stavljanja hrane na tržište,
5. dodatni zahtjevi za označavanje hrane,
6. metode koje je postavila Europska unija za kontrolu propisanih standarda kvalitete hrane.

Uvođenje standarda dovodi do poboljšanja uspješnosti poduzeća. Prehrambene tvrtke plasiraju konkurentsku prednost, kao i povećavaju tržišni udio primjenom priznatih standarda. Oni također postižu više prednosti, poput lakšeg postizanja ciljeva i politika kvalitete vezane uz sigurnost hrane koje postavlja uprava, usklađivanje s međunarodnim standardima i zahtjevima globalnog tržišta, što na kraju može utjecati na povećanje produktivnosti [17].

## **2.4. Politika i zakonodavstvo na području sigurnosti hrane**

Sustavi sigurnosti hrane u zemljama u razvoju slabi su, fragmentirani i nisu učinkoviti za zaštitu zdravlja potrošača ili za pomoć zemljama koje se natječu za izvozna tržišta. Poboljšanje sigurnosti hrane često košta (ili je povezano s dodatnim troškovima koji se mogu nadoknaditi samo stankama koje donose više novca), a mnoge razvijene zemlje doživljavaju pravi izazov u primjeni zakona o sigurnosti hrane. Barem je to percepcija većine malih i srednjih poduzeća. Mnogo godina kasnije nakon otkrivanja kodeksa i ISO(International Organization for standardization) standarda, domaća tržišta ovih zemalja pate od trajnih pitanja vezanih za sigurnost hrane, od bolesti uzrokovanih hranom do prijevara u hrani. Unatoč tome, učinjen je veliki iskorak u pogledu razvoja ili usvajanja međunarodnih standarda; međutim, ono što ostaje vidjeti je potpuna provedba i stoga značajno smanjenje incidenata povezanih sa sigurnošću hrane [18].

Prema objavljenim podacima FAO-a(Food and Agriculture Organization) i WHO-a(World Health Organization), u Africi se dnevno dogodi oko 2000 smrtnih slučajeva povezanih s hranom. Preko 700.000 bolesti koje se prenose hranom godišnje zabilježene su zbog bolesti povezanih s dijarejom i onečišćenom hranom i vodom. *Salmonela*, *Shigella flexneri*, *Shigella sonnei*, *Clostridium perfringens* i drugi paraziti glavni su krivci. Zabrinjavajući prosjek od 3,3 – 4,1 epizode dijareje kod djece u Africi zabilježeno je godišnje. Zajedno s malarijom, HIV -om(Human Immunodeficiency Virus), tuberkulozom, oni postaju sve iscrpljujući, stvarajući veliki utjecaj na integritet javnog zdravlja. Bolesti koje se prenose hranom dovode do smanjene produktivnosti, invaliditeta, rane smrti, niskih prihoda, a time i niskog pristupa hrani, a problem postaje cikličan. Nezakonita uporaba aditiva u hrani (E110, E102, E104 i E124) u lokalnoj i uvezenoj hrani, uključujući hranu za dojenčad, alarmantan je slučaj. Osim ako se ne primijeni pristup koji razumije jedinstvene izazove gospodarstava u razvoju, velika zakonodavstva o sigurnosti hrane mogu ostati

u cijenjenim knjigama kodeksa bez stvarnog utjecaja na stanje sigurnosti hrane u zemljama u razvoju [18].

Općenito, može se pretpostaviti da postoje tri glavna modela koje su zemlje usvojile u nacionalnim sustavima kontrole hrane [18]:

1. Model jedinstvene agencije - oslanja se na jednu organizaciju ili krovno tijelo koje ima sve funkcije kontrole sigurnosti hrane. Ovaj model ima prednost što se pitanjima sigurnosti hrane daje prioritet i mogu biti vrlo učinkoviti;
2. Drugi model podrazumijeva više agencijskih scenarija. U ovom slučaju, uloga sigurnosti hrane je specifična za sektor i robu. U ovom sustavu uloge se također mogu prenijeti na saveznu, lokalnu samoupravu ili županiju i na nacionalnu razinu. Neki izazovi s ovim modelom su: dvostrukost funkcija, sukobi i različita stručnost na nacionalnoj i regionalnoj razini, smanjeno povjerenje domaćih potrošača i zabuna među dionicima oko toga koje zakone treba poštivati;
3. Treći model je integrirani sustav: u ovom sustavu agencije imaju nadležnost na temelju aspekata sigurnosti hrane koji zahvaćaju sve sektore kao što su razvoj politika, koordinacija, inspekcija, obrazovanje i osposobljavanje. Bez obzira na model koji zemlji najbolje odgovara, mora se temeljiti na načelima transparentnosti, uključivosti, integriteta; jasnoća uloga, odgovornost, pristup zasnovan na znanosti/riziku i ekvivalentnost kao mjerila prema kojima se mjeri njegov uspjeh.

Sastavnice dobrog nacionalnog sustava sigurnosti hrane i njihov status u zemljama u razvoju su [18]:

1. Zakonodavstvo o hrani - nakon što se donese i usvoji politika sigurnosti hrane, to otvara prostor za odgovarajuće prateće zakonodavstvo. Zakonodavstvo se mora ažurirati, temeljeno na znanosti; jasno navesti uloge i obveze svake dotične organizacije, a prije svega ih provoditi;
2. Nacionalna platforma za razvoj standarda hrane - u svijetu u razvoju postoji velika raznolikost autohtone hrane. Mnoge zemlje nemaju standarde koji reguliraju pripremu i promet ove autohtone hrane;

3. Procjena rizika temeljena na znanosti - zakonodavstvo i standardi koji služe predviđenim svrhama za jamčenje sigurnosti hrane i prekogranične trgovine moraju biti utemeljeni na znanosti. WHO i FAO ranije su, 1992., izjavili da analiza rizika mora biti temelj svakog okvira za sigurnost hrane, ali u zemljama u razvoju nedostatak stručnosti, mala ulaganja u potrebnu infrastrukturu i poteškoće u prikupljanju vlastitih toksikoloških podataka smetnja su za RA(rapid appraisal). Ovaj izazov je ogroman i zahtijeva suradničke i inovativne napore svih dionika;
4. Inspekcija - inspekcije kvalitete hrane pokazuju ili potvrđuju uspjeh ili neuspjeh zakona o sigurnosti hrane. Zakoni koji se ne provode uopće nisu korisni. To je veliki zastoj u svim aspektima zemalja u razvoju. Tome pridonose mnogi čimbenici; uključujući nizak status koji se često dodjeljuje službenicima za sigurnost hrane, neodgovarajuću logističku podršku i kumulativne zadatke koji se od njih zahtijevaju, pa stoga to postaje težak zadatak inspekcije. Neadekvatna zemljopisna pokrivenost inspektora zakona o hrani u svim područjima zemlje i zanemarivanje ruralne zajednice znači da se njihova zabrinutost oko sigurnosti hrane često ne rješava;
5. Epidemiološki nadzor - jedna od ključnih prepreka uspjehu zakonodavstva o sigurnosti hrane odnosi se na neprijavljene slučajeve, bolesti i smrti koje proizlaze iz bolesti povezanih s hranom. Mora postojati bliska veza između tijela za provedbu sigurnosti hrane i odjela za javno zdravstvo. Ne samo da zemlje moraju nastojati ojačati alate za prikupljanje epidemioloških podataka, već bi se i potrošači trebali dobro informirati o postupcima i prednostima prijavljivanja svakog slučaja, čak i uključujući sumnjive slučajeve [18].

#### **2.4.1. Ključni standardi i norme za sigurnost i očuvanje kvalitete hrane**

Najvažniji cilj tvrtke koja proizvodi i distribuira hranu trebao bi biti osiguranje kvalitete i sigurnosti hrane. Zbog toga su uvedeni propisi u zemljama Europske unije koji se odnose na proizvodnju i distribuciju hrane. Koriste se i norme koje obvezuju tvrtku za provedbu i korištenje više sustava upravljanja kvalitetom. Metode, preporuke ili smjernice su samo dio sadržaja širokog spektra rješenja za postizanje visoke kvalitete proizvoda. Dobra kvaliteta proizvoda nije stvar slučajnosti već rezultat planiranog i koordiniranog djelovanja. Najvažniji cilj je eliminirati sve



čimbenike koji mogu negativno utjecati na kvalitetu proizvoda. Sustav osiguranja kvalitete i sigurnosti hrane u prehrambenoj industriji se sastoji od dva paralelna sustava. S jedne strane nalazi se sustav koji je organiziran sa strane države i on se temelji na zakonskim propisima. S druge strane javlja se sustav na temelju privatnih standarda, normi. Svjetska trgovinska organizacija (eng. World Trade Organization: WTO) razlikuje tri tipa privatnih norma koje se odnose na sigurnost hrane. Ta se klasifikacija temelji na tome tko izrađuje norme. Pojedinačne firme izrađuju pojedinačne norme (pretežno trgovci hranom na malo), koje su prihvaćene duž njihovoga nabavnog lanca (npr. norma BRC – British Retail Consortium). Kolektivne nacionalne norme izrađuju organizacije koje rade unutar granica pojedine države, uključujući udruge industrije i nevladine organizacije. Neke od takvih norma su posebno osmišljene za ustanovljavanje zahtjeva za hranu iz određene države ili regije. Druge imaju međunarodni utjecaj primjenom u globalnom lancu hrane (npr. GLOBAL GAP, IFS International Featured Standards). Treći niz norma, kolektivne međunarodne norme, osmišljene su kako bi ih prihvatile organizacije u različitim državama (npr. niz norma Internacionalne organizacije za standardizaciju / sustav upravljanja sigurnošću hrane eng. International Organization for Standardization – Food safety management system: ISO 22000). To znači da organizacija koja izrađuje norme ima međunarodno članstvo. Otkada je tržište hrane postalo globalno i problem sigurnosti hrane postaje veći nego ikada. Sudionici lanca hrane sve više uočavaju potrebu da na međunarodnoj razini usklade norme koje će osigurati potpuni sustav upravljanja sigurnošću hrane i omogućiti im da proizvedu i na tržište stave potpuno sigurnu i kvalitetnu hranu. Normama se utvrđuju različiti zahtjevi za sigurnost proizvoda, sljedivost proizvoda, zaštitu sigurnosti i zdravlja ljudi, kvalitetu proizvoda, zaštitu okoliša itd [19].

#### **2.4.2. Uloga GHI -a i drugih strukovnih društava u provedbi zakona o sigurnosti hrane**

GHI (Global Harmonization Initiative) su 2004. godine pokrenuli Međunarodni odjel IFT -a (Institute of Food Technologists) i Europska federacija znanosti i tehnologije u hrani (EFFoST) u suradnji s časopisom Sigurnost hrane i Elsevier Science. GHI je službeno stekao status neprofitne, dobrotvorne udruge 2007. godine i registriran je u Beču u Austriji. GHI ima za cilj uskladiti zakone i propise o sigurnosti hrane koji se temelje na solidnoj znanosti kao podatak za postizanje konsenzusa. GHI identificira pitanja koja su predstavljena s opravdanjima i dokazima, a zatim im daje prioritet, ovisno o raspoloživosti stručnjaka kao radnih skupina (WG -ova) koje

zatim ocjenjuju dokaze dostavljene za rješavanje konkretnog pitanja. Da bi sigurnost hrane djelovala u zemljama u razvoju, potrebno je dobro obrazovano stanovništvo. Primjer je rat protiv GMO-a (genetski modificirani organizmi) proveden u Keniji u razdoblju od 2014. do 2015. godine koji je doveo do vladine zabrane proizvodnje i prometa GMO-a. GHI u svom pristupu promicanju usklađivanja zakona o hrani bavi se ozbiljnim pitanjima koja bi se mogla iskoristiti kako bi sigurnost hrane djelovala u zemljama u razvoju [20].

Organizacija vjeruje da se smisljena izgradnja konsenzusa u pogledu zakona i propisa o sigurnosti hrane može postići samo ako zainteresirane strane imaju isto razumijevanje radnih definicija pojmova koji se koriste u području znanosti o hrani i tehnologije. To se često uzima zdravo za gotovo, no stručnjaci za GHI dokazuju da se čak i među nacijama koje govore engleski, poput Velike Britanije i SAD-a (Sjedinjene Američke Države), neki korišteni izrazi mogu značajno razlikovati u svom značenju. Pravi primjer je definicija aditiva u hrani, ona se značajno razlikuje između Kanade, SAD -a, EU-a (Europska Unija) i Japana. GHI ima Nomenklaturu radne skupine za sigurnost i kakvoću hrane, koja je započela usklađivanjem ruskog i engleskog zakonodavstva, posebno s obzirom na definicije izraza koji se koriste u sigurnosti i kvaliteti hrane. Takva zajednička definicija dovest će do boljeg razumijevanja među stručnjacima za sigurnost hrane i poboljšati postizanje konsenzusa među zemljama u razvoju, uz obećanje bolje provedbe zakona i propisa o sigurnosti hrane [20].

## **2.5. Sustav kontrole sigurnosti hrane**

HACCP je kratica od kritične kontrolne točke analize opasnosti koja predstavlja integrirani sustav kontrole sigurnosti hrane u svim fazama njegove proizvodnje i distribucije. Razvijen je u SAD -u ranih 1960 -ih kao pomoć u pripremi hrane za astronaute, a također je jedan od prvih sustava za kontrolu sigurnosti hrane koji je široko prihvaćen u preradi i isporuci hrane (Kilibarda, 2009). Od velike je važnosti za proizvođače hrane sa stajališta zaštite potrošača, jer osigurava proizvodnju i promet sanitarno sigurne hrane. Postoje dvije glavne komponente HACCP -a: Analiza opasnosti (HA-hazard analysis) i Kritične kontrolne točke (CCP-critical control point). Analiza opasnosti (HA) je analiza rizika kojom se identificiraju opasnosti u svakoj fazi proizvodnje i isporuke te se procjenjuju razine tih opasnosti i kako one utječu na zdravlje ljudi. Kritične kontrolne točke (CCP) u prehrambenom lancu su one točke koje omogućuju potpuno sprječavanje

ili uklanjanje rizika ili barem smanjenje rizika na prihvatljivu razinu, kao i njihovu kontrolu radi osiguranja sigurnosti hrane. HACCP je sustav za procjenu opasnosti koji izravno utječe na sanitarnu ispravnost prehrambenih proizvoda, te utvrđuje mjere za njihovu kontrolu. Njegova je primjena široko rasprostranjena u razvijenom svijetu, a u Europskoj uniji je pravno obvezujući. Njegov konačni cilj je osigurati najsigurniju moguću proizvodnju i postupke [21].

Pet grana prehrambene industrije koje zahtijevaju implementaciju HACCP sustava su: skladištenje, transport i distribucija; industrija organske hrane; maloprodaja i ugostiteljstvo; proizvodnja, prerada i pakiranje; priprema i distribucija hrane (hoteli, restorani itd.). Tijekom transporta hrana može biti kontaminirana zbog utjecaja fizičkih, kemijskih i bioloških čimbenika. Stoga je važno da prijevoz hrane bude u skladu s HACCP normama kako bi se spriječila sama kontaminacija hranom [21].

Opći uvjeti prema HACCP vodiču za dobru sanitarnu praksu u prometu su (HGK-Hrvatska gospodarska komora, HOK-Hrvatska obrtnička komora, 2011.):

1. Prijevozna sredstva moraju biti konstruirana na način da omogućuju učinkovito čišćenje i dezinfekciju i moraju se držati u čistom i dobrom stanju kako bi se hrana zaštitila od onečišćenja;
2. Hrana koja se prevozi bilo kojim prijevoznim sredstvom ili u kontejnerima mora biti osigurana i raspoređena tako da se spriječi bilo koji oblik kontaminacije;
3. Hranu u različitim oblicima (tekuće, u rasutom stanju, u prahu, u granulama ili u granuliranoj hrani) potrebno je transportirati u kanisterima, kontejnerima ili cisternama namijenjenim za transport hrane, koje moraju biti jasno označene etiketama koje se ne mogu izbrisati: „međunarodni transport hrane“, kako bi se njihova uporaba mogla jasno vidjeti; također moraju biti jasno označeni "samo za prijevoz hrane";
4. Kada se prijevozna sredstva i kontejneri koriste za prijevoz drugih proizvoda ili za prijevoz različitih vrsta hrane, potrebno ih je temeljito očistiti kako bi se spriječila svaka kontaminacija;
5. Kada se prijevozna sredstva i kontejneri koriste za prijevoz različitih vrsta hrane i drugih proizvoda istovremeno, moraju se fizički odvojiti kako bi se spriječila kontaminacija;
6. Prijevozna sredstva i kontejneri koji se koriste za prijevoz hrane, koji moraju biti na određenoj razini temperature, moraju osigurati odgovarajuću kontrolu temperature;

7. Prijevozna sredstva i kontejneri koji se koriste za prijevoz duboko smrznute hrane moraju omogućiti nadzor i popis postignutih temperatura u skladu s propisima [21].

### **3. Uloga i postupci prognoze prijevozne potražnje**

Svakim danom poduzeće pokušava što točnije predvidjeti sutra kako bi mogli napraviti planove, realizirati proizvodnju, naplatiti proizvode i ostvariti dobit. Svrha predviđanja je izrada dobrih prognoza, a dobre prognoze su ključni dio efikasnih proizvodnih i uslužnih operacija. Predviđanje može biti primjena povijesnih podataka i njihovo projektiranje u budućnost koristeći neki matematički model, subjektivna procjena ili intuitivna pretpostavka, 15 a može biti i kombinacija metoda. Ne postoji univerzalni prognostički model koji vrijedi za sve jer ono što u jednoj industriji funkcionira u određenim okolnostima može djelovati potpuno suprotno u drugoj.

Prognoze imaju određena ograničenja: jako su rijetko ili nikada savršene, a u isto su vrijeme skupe i vremenski zahtjevne. Niti jedno ozbiljno poduzeće ne može poslovati po principu „što bude“, a onda se izvlačiti iz situacije. Efektivno planiranje (i kratkoročno i dugoročno) ovisi o predviđanju potražnje za proizvodima i/ili uslugama s kojima određeno poduzeće opskrbljuje tržište[22].

#### **3.1. Uloga i organizacija prijevozne potražnje u prehrambenoj industriji**

Industrijska logistika u prehrambenoj industriji ima veliki broj specifičnih značajki i karakteristika zbog kojih je potrebno pristupiti ovom segmentu prilično jedinstveno, jer nije moguće primijeniti ista načela koja se koriste u drugim sektorima. Industrijska logistika u svom postavljanju u području prehrambene industrije uvelike ovisi o logistici dnevne proizvodnje i njenom ispravnom planiranju. Glavni i temeljni problem koji se mora riješiti u prehrambenoj industriji je mogući rok trajanja robe. Nakon što roba istekne, nije moguće distribuirati daljnje članke u logističkom lancu, to je gubitak za tvrtku. Najkompliciranija situacija je s kvarljivom robom, koja može uključivati, na primjer, svježu pečenu robu s rokom trajanja do 24 sata u proizvodnji te odabrano voće i povrće [23].

Ono što je od posebne važnosti u organizaciji prijevozne potražnje u prehrambenoj industriji je brza isporuka kako bi se izbjeglo kvarenje: mnoge sirovine brzo se pokvare. Na primjer, povrće poput rajčice i krastavca te voće poput banana i grožđa ne traju dugo čak i ako se skladište u klimatiziranim objektima. Stoga ih je potrebno brzo isporučiti. Isto vrijedi i za gotove

proizvode. Većina prerađene hrane ima rok valjanosti nakon kojeg se ne može konzumirati. Posebno su osjetljive na truljenje i kvarenje namirnice poput pizze, kruha i mliječnih proizvoda koje se mogu pokvariti u roku od nekoliko dana [24].

Nadalje je važno očuvanje kvalitete: Od svih industrija, prehrambena, pogotovo mliječna industrija je ona koja nikada ne može napraviti kompromis u pogledu kvalitete, a čija se industrijska proizvodnja strogo kontrolira. Dok kvaliteta hrane ovisi o proizvođaču, logistika ima jednako važnu ulogu u očuvanju te kvalitete. Hrana i mliječni proizvodi moraju se skladištiti u određenim klimatskim uvjetima tijekom transporta i mogu brzo izgubiti na kvaliteti ako ti standardi nisu ispunjeni [23].

Nadalje, postoji opasnost od kontaminacije: budući da su namirnice pogodno mjesto za sve oblike života, uključujući bakterije i gljivice, brzo se mogu kontaminirati. Budući da je onečišćenje hrane ozbiljan zdravstveni rizik koji čak može dovesti do smrti potrošača, osiguravanje visokih standarda higijene i čistoće jedno je od glavnih transportnih i logističkih pitanja prehrambene industrije. Tvrtke moraju slijediti najbolje sigurnosne prakse i zaposliti osoblje obučeno o sigurnosti hrane. Bez takvog razmatranja, industrija može brzo izgubiti kupce i prestati poslovati [23].

Također postoji i opasnost od lomova i oštećenja: zbog svoje osjetljive prirode, hrana i mliječni proizvodi imaju veliki rizik od loma i oštećenja tijekom transporta. Na primjer, jaja i korneti sladoleda mogu se slomiti pri blagom udaru, čineći ih potpuno beskorisnima. Lomovi i oštećenja tijekom transporta rezultiraju ogromnim gubicima u prehrambenoj industriji svake godine. Stoga se tijekom pakiranja, utovara, istovara i transporta mora obratiti posebna pozornost kako bi se osiguralo da ne dođe do oštećenja i lomova. Budući da se i sirova i pripremljena hrana mogu brzo pokvariti u vanjskom okruženju, potrebno ih je skladištiti u klimatiziranim objektima prije, tijekom i nakon prijevoza. Kako bi se očuvala svježina, izbjegla kontaminacija i održala kvaliteta, svaki se prehrambeni proizvod mora skladištiti na optimalnoj temperaturi. Osiguranje odgovarajućih klimatiziranih objekata sastavni je dio transportnog i logističkog razmatranja prehrambene i mliječne industrije [24].

### 3.2. Jednosmjerno predviđanje prijevozne potražnje

Točno predviđanje potražnje za hranom ima značajne ekonomske i ekološke posljedice. Nepouzdana prognoza mogu rezultirati mnoštvom problema koji se talasaju u cijelom lancu opskrbe hranom, u rasponu od čestih promjena rasporeda proizvodnje, ubrzanih isporuka i visokih troškova prenošenja zaliha do loših razina usluga korisnicima, zaliha i značajnog otpada [25].

Podaci vremenskih serija obuhvaćaju interakciju nekoliko predvidljivih i nepredvidivih obrazaca, kao što su razina, trend, sezonalnost, slučajnost (šum) i ciklus. Vremenska serija je skup statističkih podataka, koji se obično prikupljaju u redovitim intervalima. Podaci vremenskih serija prirodno se pojavljuju u mnogim područjima primjene, kao što su ekonomija, financije, okoliš, medicina i mnoga druga područja. Metode analize vremenskih serija prethode onima za opće stohastičke procese i Markovljeve lance. Ciljevi analize vremenskih serija su opisati i sažeti podatke o vremenskim serijama, uklopiti modele niske dimenzije i napraviti prognoze [26]. U nekim slučajevima, vremenske serije mogu također sadržavati nepravilne (izvan) vrijednosti ili nedostajuće, pa će kao takva biti potrebna prethodna obrada podataka prije ekstrapolacije. Ciljevi su statističkog predviđanja za modeliranje i ekstrapiranje predvidivih obrazaca serija (razina, trend i sezonalnost), dok učinkovito ublažavaju nepredvidive [25].

Metode predviđanja s jednom varijablom isključivo se usredotočuju na povijesna promatranja varijable od interesa (obično zabilježeni obrasci potražnje za određenom jedinicom za držanje zaliha). U tom smislu, univarijabilno predviđanje može se promatrati kao vožnja automobila samo gledanjem u retrovizor. Bez obzira na to, brojne empirijske studije pokazale su učinkovitost univarijabilnog predviđanja i njegovu važnost za planiranje potražnje [25].

Podaci o vremenskim serijama mogu se široko grupirati u četiri kategorije s obzirom na njihove predvidljive obrasce [26].

1. na razini (nema trenda niti sezonalnosti),
2. na temelju trendova,
3. na sezonama, te
4. na podacima o trendovima i sezonama.

Pročišćenije kategorije mogu se uzeti u obzir radi razlikovanja između različitih vrsta trendova (aditivni ili multiplikativni; linearni ili prigušeni) i sezonalnosti (aditivni ili multiplikativni) [25].

### 3.2.1. Podaci o razini predviđanja

Kad prošli podaci ne pokazuju ni trend ni sezonalnost, tada se metode samo na razini smatraju prikladnima za ekstrapolaciju takvih signala. Jednostavne metode samo na razini uključuju: tzv. naivnu metodu, globalni prosjek i jednostavni pokretni prosjek (SMA-simple moving average) [25].

Kod naivne metode je prognoza za sljedeće razdoblje jednaka posljednjoj promatranoj stvarnosti. Ova metoda nema parametara i zahtijeva samo jednu prethodnu podatkovnu točku. Naivna metoda brzo reagira kada se razina podataka promijeni; međutim, nije robusna u odnosu na odstupanja jer jednostavno kopira šum u podacima prema naprijed [25].

Kod globalnog prosjeka je prognoza za sljedeće razdoblje jednaka aritmetičkoj sredini svih prošlih opažanja. Kao i kod naivne metode, globalni prosjek nema parametre. Suprotno naivnoj metodi, globalni prosjek je robusan u odnosu na izvanredne vrijednosti, ali prilično sporo reagira na promjene razine [25].

Jednostavni pokretni prosjek (SMA) je prognoza za sljedeće razdoblje jednaka aritmetičkoj sredini posljednjih  $k$  opažanja, gdje  $k$  može uzeti pozitivne cijele vrijednosti u  $[1, n]$ , a  $n$  je broj dostupnih prošlih opažanja. Ako  $k \approx 1$  tada SMA odgovara naivnoj metodi, dok je ako  $k \approx n$  tada je SMA ekvivalentna globalnoj prosječnoj metodi. Čak i ako se mogu uzeti u obzir nejednake sheme ponderiranja, u svojoj jednostavnijoj verziji SMA pretpostavlja jednake pondere za svako od  $k$  posljednjih opažanja [25].

Robusnija metoda za predviđanje podataka samo na razini osigurana je metodom jednostavnog eksponencijalnog izgladivanja (SES-simple exponential smoothing) (Brown, 1956.). SES je najjednostavnija metoda u obitelji metoda eksponencijalnog izgladivanja. SES prognoza za sljedeće razdoblje izračunava se kao:

$$\hat{y}_{t+h} = \alpha y_t + (1 - \alpha)\hat{y}_t \quad (1)$$



,gdje  $y_t$  predstavlja stvarnu vrijednost za razdoblje  $t$

$\hat{y}_t$  prognoza za isto razdoblje.

Jednadžba (1) sugerira da je prognoza za razdoblje  $t + 1$  linearna kombinacija stvarnog u razdoblju  $t$  i prognoze u razdoblju  $t$ . Zapravo, težine kombinacije kontroliraju se parametrom zaglađivanja, koji se odražava na težinu kombinacije  $y_t$ .

$\alpha$  uzima vrijednosti u  $[0, 1]$ . Kada je  $\alpha = 1$  tada je SES ekvivalentan naivnoj metodi.

Optimalna vrijednost za parametar  $\alpha$  zaglađivanja obično se automatski odabire softverom za predviđanje minimiziranjem pogreške srednje veličine na kvadratu unaprijed u uzorku (MSE-mean squared error). Za ovaj se zadatak mogu koristiti tehnike linearne ili nelinearne optimizacije. Vrijednost početne prognoze može se izračunati jednostavnim inicijalizacijama (kao što je  $\hat{y}_1 = y_1$ ) ili optimizirati zajedno s  $\alpha$ . Dok se predviđanja u uzorku obično izrađuju pomoću jednadžbe (1) za jedan korak naprijed, multihorizontalne se prognoze također mogu izračunati kao:

$$\hat{y}_{t+h} = \alpha y_t + (1 - \alpha)\hat{y}_t \quad (2)$$

, što sugerira da su prognoze za više od jednog koraka naprijed jednostavno jednake prognozi za jedan korak unaprijed; inače, prognoze izvan uzorka iz SES-a mogu se predstaviti kao ravni horizont.

SES se također može izraziti u obliku komponenti [25]:

$$l_t = \alpha y_t + (1 - \alpha)l_{t-1} \quad (3)$$

$$\hat{y}_{t+h} = l_t \quad (4)$$

Ovaj skup jednadžbi sugerira da SES procjenjuje samo jednu komponentu (trenutnu razinu), a prognoza za sljedeće razdoblje jednaka je procjeni trenutne razine. Parametar inicijalizacije SES -a, izražen u obliku komponenata, naziva početnom razinom ( $l_0$ ) [25].

### 3.2.2. Predviđanje trendovskih podataka

Ako podaci pokazuju trendove (promjena razine tijekom vremena), prema gore ili prema dolje, tada će SES proizvesti pristrane podatke (predviđanja koja će sustavno biti ispod ili iznad stvarnih ishoda). U takvim slučajevima treba razmotriti i metode koje su u stanju obuhvatiti

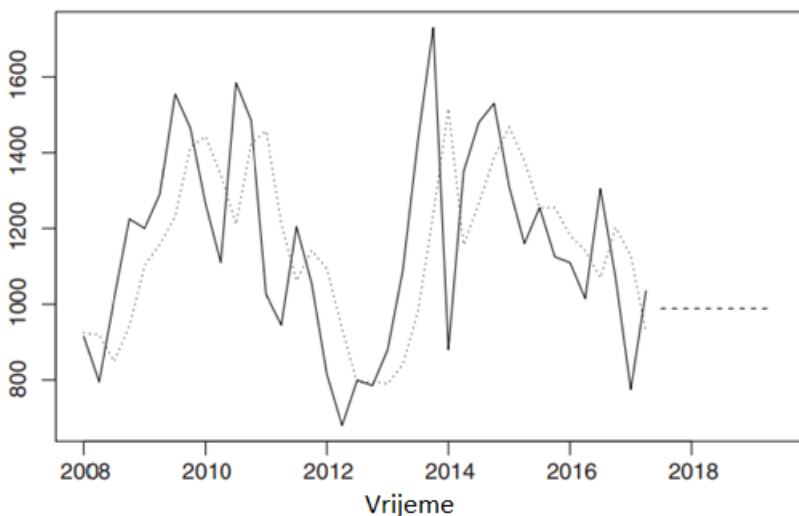
komponentu trenda. Jedna od takvih metoda je Holtova metoda eksponencijalnog izgladivanja (HES-Holt's exponential smoothing) (Holt, 1957.), koja se može izraziti kao:

$$l_t = \alpha y_t + (1 - \alpha)(l_{t-1} + b_{t-1}) \quad (5)$$

$$b_t = \beta(l_t - l_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (6)$$

$$\hat{y}_{t+h} = l_t + hb_t \quad (7)$$

Na slici 4 prikazan je graf kretanja potražnje tijekom vremena od 2008. godine do 2018. godine. Puna linija prikazuje stvarne podatke iz prošlosti, točkasta linija prikazuju prilagođene vrijednosti, a isprekidana linija buduće predviđanje.



Slika 4. Predviđanje pomoću SES -a (puna linija: prošle stvarne vrijednosti; isprekidana linija: prilagođene vrijednosti; isprekidana linija: predviđanja), [25]

Jednadžba (5) procjenjuje trenutnu razinu kao linearnu kombinaciju trenutnog stvarnog promatranja,  $y_t$  i trenutne prognoze. Jednadžba (6) procjenjuje komponentu trenda. Ovo funkcionira na sličan način s procjenom komponente razine. Trenutni trend,  $b_t$ , linearna je kombinacija razlike najnovijih procjena na dvije razine,  $l_t$  i  $l_{t-1}$ , koja se također može promatrati kao lokalni trend, i prethodno procijenjenog trenda,  $b_{t-1}$ . Ponderi linearne kombinacije za komponentu trenda kontrolirani su parametrom  $b$  zaglađivanje, koji (kao što je bio slučaj s  $a$ )

uzima vrijednosti u  $[0, 1]$ . Konačno, prognoza *h-step-forward* zbroj je najnovije procijenjene razine plus najnoviji procijenjeni trend pomnožen s odgovarajućim horizontom,  $h$ . Drugim riječima, prognoza HES-a je ravna linija koja pokazuje linearni trend (gore ili dolje na temelju znaka  $b_t$ ). HES ima ukupno četiri parametra: parametre zaglađivanja  $a$  i  $b$ , početnu razinu,  $l_0$  i početni trend,  $b_0$ . Jednadžba (7) sugerira da procjena i zaglađivanje komponente trenda ovise o zaglađivanju komponente razine. Istodobno, procjena komponente razine ovisi o procjeni trenda za prethodno razdoblje. Stoga bi odabir optimalnih vrijednosti  $a$  i  $b$  trebao biti proveden istodobno, a ne serijski [25].

HES pretpostavlja da će trend uvijek biti linearan i da će se prognoza povećavati/smanjivati s istom stopom bez obzira na horizont predviđanja. Međutim, to nije razumna pretpostavka, osobito ako se uzme u obzir tipičan životni ciklus proizvoda. Tako su Gardner i McKenzie (1985.) predložili varijaciju prigušenog trenda HES-a, metodu prigušenog eksponencijalnog izgladivanja (DES), gdje se procjena trenda za predviđanja korak-unaprijed množi s parametrom prigušivanja.

### 3.2.3. Predviđanje sezonalnih podataka

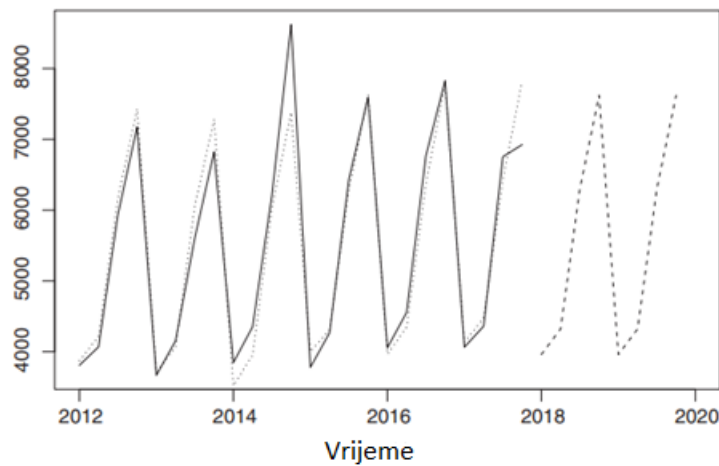
Obrasci potražnje za hranom često imaju pojedinačne i/ili više sezonskih ciklusa. Na primjer, mjesečna potražnja za sladoledom će se povećati tijekom ljetnih mjeseci. Ostali proizvodi, poput alkoholnih pića, pokazuju tjednu sezonalnost ako se promatraju svakodnevno, a potražnja je veća petkom i subotom. Jednostavna sezonska metoda proizlazi iz proširenja naivne metode, gdje je prognoza za sljedeće razdoblje (npr. subotu ako je učestalost bila dnevna) ostvarena potražnja prethodnog odgovarajućeg razdoblja (potražnja za prošlu subotu). Međutim, predlažu se robusniji modeli eksponencijalnog zaglađivanja, koji se mogu prikladno proširiti tako da obuhvate takve sezonske obrasce. Na primjer, komponenta koja izgladuje sezonsku komponentu mogla bi se dodati u SES, tako da:

$$l_t = \alpha(y_t - s_{t-m}) - (1 - \alpha)l_{t-1} \quad (8)$$

$$s_t = \gamma(y_t - l_t) + (1 - \gamma)s_{t-1} \quad (9)$$

$$\hat{y}_{t+h} = l_t + s_{t+h-m} \quad (10)$$

Jednadža (9) procjenjuje sezonsku komponentu s  $m$  koja predstavlja broj razdoblja unutar punog sezonskog ciklusa (12 za mjesečne podatke, 4 za tromjesečne, 7 za dnevne). Zaglađivanje sezonske komponente koristi se zasebni parametar zaglađivanja,  $y$ ; kao i kod  $a$  i  $b$ , uzima vrijednosti  $[0, 1]$ ; međutim, niske vrijednosti treba izbjegavati ako nema dovoljno ciklusnih podataka. Jednadžba (8) sugerira da je razina ugrađena na sezonski prilagođenim podacima,  $y_{t-s_{1-m}}$  dok je jednadžba (9) sugerira da se sezonski indeks ažurira na temelju vrijednosti lokalnog sezonskog indeksa,  $y_{t-l_t}$ . Postoji  $m$  zasebnih sezonskih indeksa (npr. za mjesečne podatke, jedan za siječanj, jedan za veljaču itd.). Svaki se sezonski indeks ažurira svakih  $m$  razdoblja (dok se komponenta razine ažurira svako pojedinačno razdoblje). Procjena sezonske metode zahtijeva najmanje dva puna ciklusa podataka; međutim, predlaže se da se trebaju koristiti tri ili čak četiri ciklusa. Metoda izražena u jednadžbama (8) - (10) ima ukupno  $m + 3$  parametra, parametre zaglađivanja ( $a$  i  $y$ ), početnu razinu ( $l_0$ ) i početne sezonske indekse za svako razdoblje ( $s_{1-m}, s_{2-m}, \dots, s_0$ ). Predviđanje je zbroj procjene razine i sezonskog indeksa za odgovarajuće razdoblje. Primjer predviđanja korištenjem prethodno opisane sezonske SES metode prikazan je na sljedećoj slici [25].



Slika 5. Predviđanje s aditivnim sezonskim SES -om (puna linija: prošle stvarne vrijednosti; točkasta linija: prilagođene vrijednosti; isprekidana linija: predviđanja), [25]

### 3.2.4. Predviđanje trendova i sezonskih podataka

U najslabijem obliku, metode eksponencijalnog zaglađivanja postoje tri zasebne komponente: razina, trend i sezonalnost. Takve su metode nadaleko poznate kao Holt-Winters (HW) metode eksponencijalnog zaglađivanja [25].

HW metoda s aditivnom sezonalnošću izražava se kao:

$$l_t = \alpha(y_t - s_{t-m}) + (1 - \alpha)(l_{t-1} + b_{t-1}) \quad (11)$$

$$b_t = \beta(l_t - l_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (12)$$

$$s_t = \gamma(y_t - l_t) + (1 - \gamma)s_{t-m} \quad (13)$$

$$\hat{y}_{t+h} = l_t + hb + s_{t+h-m} \quad (14)$$

HW metoda s multiplikativnom sezonalnošću izražena je kako slijedi:

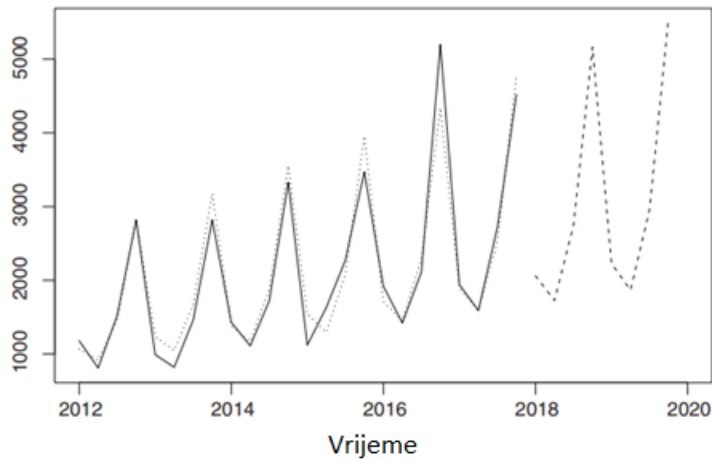
$$l_t = \alpha(y_t/s_{t-m}) + (1 - \alpha)(l_{t-1} + b_{t-1}) \quad (15)$$

$$b_t = \beta(l_t - l_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (16)$$

$$s_t = \gamma(y_t/l_t) + (1 - \gamma)s_{t-m} \quad (17)$$

$$\hat{y}_{t+h} = (l_t + hb_t)s_{t+h-m} \quad (18)$$

Svaka komponenta se zaglađuje zasebno koristeći različite parametre zaglađivanja. Jednadžbe (12), (16) potpuno su iste kao odgovarajuće jednadžbe o predviđanju trendovskih podataka; na sličan način, jednadžbe (13), (17) odražavaju jednadžbe iz istog odjeljka. Procjena razine linearna je kombinacija sezonski prilagođene stvarne vrijednosti,  $y_t - s_{t-m}$  ili  $y_t/s_{t-m}$ , i sezonski prilagođene prognoze,  $l_{t-1} + b_{t-1}$ . Konačno, prognoza HW *h-step-forward* sastoji se od zbroja procjena razine i trenda,  $l_t + hb_t$ , koja se naknadno dodaje (pomnoženo s) odgovarajućim sezonskim indeksom,  $s_{t+h-m}$ , kada je sezona aditivna (više tiplikativnih). HW metoda ima  $m + 5$  parametara za procjenu/optimizaciju, uključujući tri parametra zaglađivanja za razinu trenda i sezonalnost. Na kraju, važno je znati da se metode HW-a mogu prilagoditi tako da uključuju prigušenu komponentu trenda, a ne linearnu. Sljedeća slika prikazuje ilustrativan primjer HW-a s aditivnom sezonalnošću [25].



Slika 6. Predviđanje s HW s aditivnom sezonalnošću (puna linija: prošle stvarne vrijednosti; točkasta linija: prilagođene vrijednosti; isprekidana linija: prognoze), [25]

### 3.3. Ostali načini predviđanja potražnje

Načini predviđanja potražnje prilično su veliki i različiti, a mogu se podijeliti u dvije osnovne skupine na intuitivan (metoda analogija) i točan način (vremenske serije i uzročne metode) [27].

Točne metode su prema Jirsak i sur. (2012) temeljene na matematičko-statističkom sustavu putem kojih uključuju obradu podataka o potražnji iz prošle godine i njihovu ekstrapolaciju u budućnost [28]. Točne metode uključuju metode vremenskih nizova i uzročne metode:

- Metoda pomičnog prosjeka
- Metoda eksponencijalnog zaglađivanja
- Holtova metoda
- Zimska metoda
- Regresijska analiza
- ARIMA

Regresijska analiza - za regresijsku analizu potrebno je imati puno podataka o potražnji iz prošlosti. Zahtijeva više čimbenika i koristi se višestruka regresija. Regresijska analiza ima

prednost u odnosu na druge metode jer može obuhvatiti sve varijable koje djeluju na zahtjev i mogu se kvantificirati [29].

ARIMA Ili Box-Jenkinsova metoda koja se temelji na pretpostavci da su opažanja u promatranim vremenskim serijama međusobno ovisna. Ova metoda je za kratkoročna predviđanja stoga neprikladna [30].

Predviđanje potražnje u proizvodnoj logistici prehrambene industrije Prema Hsiao i sur. (2010) predviđa da potražnja za logističkim tvrtkama često koristi outsourcing. Wang i sur. (2013.) naglašavaju potrebu kvalitetnih ulaznih podataka povijesne potražnje za inovacijama u B2C (business to consumer) poslovanju [28]. Najbolja metoda za predviđanje potražnje je višestruka regresijska analiza, jer ova metoda kvantificira svaku vezu između odabranih varijabli [23].

### 3.4. Optimalan sastav voznog parka

Kako potražnja varira tijekom godine, prijevoznici najčešće pokriju osnovnu potražnju s vlastitim voznim parkom, dok angažiraju najam dodatnih vozila tijekom sezone. Što nas dovodi do izračuna najjeftinije kombinacije vlastitih i unajmljenih vozila pod pretpostavkom da su sva vozila jednaka. Neka  $n$  bude broj perioda na koji je raspodijeljena godina koju promatramo (na primjer,  $n = 52$  ako period vremena odgovara jednom tjednu);  $v$  je varijabla koja odgovara broju vlastitih vozila;  $v_t, t=1, \dots, n$ , je broj potrebnih vozila u vremenskom periodu  $t$ ;  $m$  je broj perioda u godini u kojima je  $v_t > v$ . Nadalje, neka  $c_F$  i  $c_V$  budu fiksni i varijabilni trošak vlastitog vozila u periodu vremena, odnosno,  $c_H$  neka bude trošak iznajmljenog vozila za određeni period vremena (jasno,  $c_F + c_V < c_H$ ). Ukupni prijevozni troškovi kao funkcija broja vlastitih vozila mogu se pojednostavljeno kvantificirati matematičkim izrazom[31]:

$$C(v) = CF * v * n + CV * \sum_{t=1}^n \min(v_t, v) + CO * \sum_{t:v_t > v} (v_t - v) \quad (19)$$

gdje je:

$C(v)$  = ukupni prijevozni trošak u promatranom razdoblju

$n$  = broj perioda promatranog razdoblja (primjerice  $n=52$ )

$v$  = broj vlastitih vozila

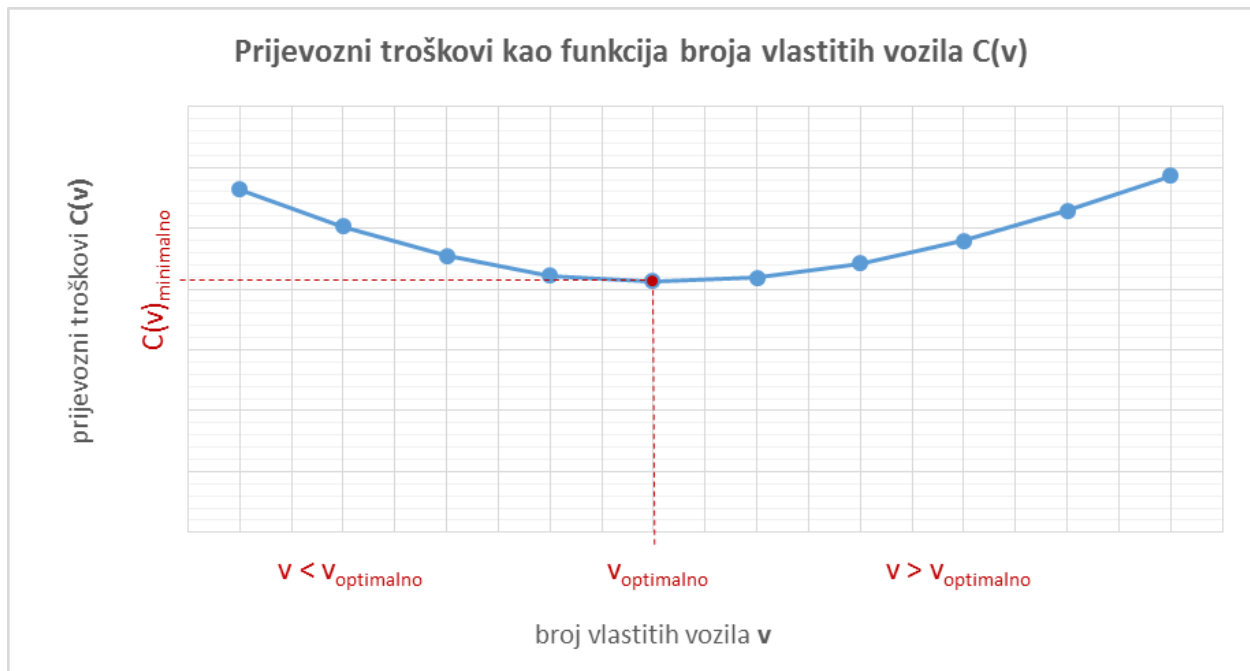
$v_t$  = broj vozila koji je potreban u periodu  $t$

$CF$  = jedinični fiksni trošak vlastitih vozila u periodu  $t$

$CV$  = jedinični varijabilni trošak vlastitih vozila

$CO$  = jedinični trošak outsourcinga:  $CO > CF + CV$  [31]

Na sljedećoj slici prikazan je graf ovisnosti prijevoznih troškova o broju vlastitih vozila.



Slika 7. Prijevozni troškovi kao funkcija vlastitih vozila, [32]

Funkcija (19) postiže minimum za onu vrijednost  $v$  za koju je  $C'(v) = 0$  (nužan uvjet ekstrema konveksne funkcije[32]).

Deriviranjem funkcije  $C(v)$  po  $v$  i supstitucijom  $s$   $m$ , dobiva se:



$$\frac{dC(v)}{dv} = CF * n + CV * m - CO * m, \text{ gdje je } m = \text{ broj perioda u koje je } v_t > v$$

Pojašnjenje parametara m:

$$\min(v_t, v) = \begin{cases} v, v_t > v \\ v_t, v_t < v \end{cases} \rightarrow \frac{d}{dv} \min(v_t, v) = \begin{cases} 1, v_t > v \\ 0, v_t < v \end{cases} \rightarrow \frac{d}{dv} \sum_{t=1}^n \min(v_t, v) = m$$

$$\frac{d}{dv} (v_t - v) = -1 \rightarrow \frac{d}{dv} \sum_{t:v_t > v} (v_t - v) = -m$$

Optimalan broj vlastitih vozila jednak je vrijednosti varijable v u kojoj je  $\frac{dC(v)}{dv} = 0$  kako slijedi:

$$CF * n + CV * m - CO * m = 0$$

$$m = \frac{CF * n}{CO - CV}$$

Iz čega se za slučaj optimalnog broja vlastitih vozila izračunavaju vrijednosti:

- broja perioda u kojima je potražnja veća od optimalnog broja vlastitih vozila ( $v_t > v_{opt}$ ), pa se uz vlastita vozila angažiraju i vanjski prijevoznici (m);

- broj perioda u kojima potražnja nije veća od optimalnog broja vlastitih vozila ( $v_t \leq v_{opt}$ ), pa se potražnja u cijelosti zadovoljava vlastitim vozilima (n-m)

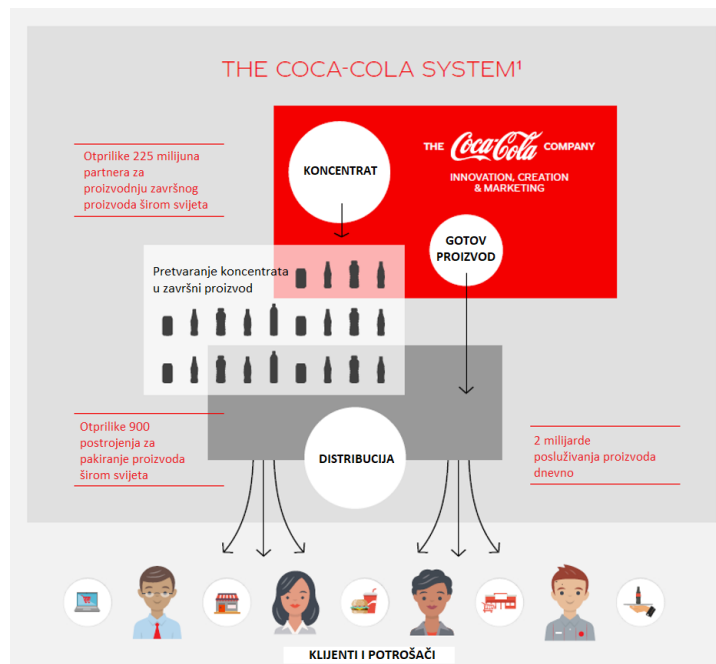
Prema tomu, optimalan broj vlastitih vozila  $v_{opt}$  jednak je najmanjem broju vozila kojim se potražnja u cijelosti može zadovoljiti u n-m perioda. Sortiranjem perioda od kojih se sastoji promatrano razdoblje prema potražnji, od najmanje do najveće, dobiva se  $v_{opt}$  koji je jednak potražnji u (n-m)-tom periodu tako sortirano niza [32].

## **4. Prikaz i studija slučaja na primjeru tvrtke Coca-Cola s kritičkim osvrtom**

Coca-Cola je poduzeće za proizvodnju pića s proizvodima koji se prodaju u više od 200 zemalja i teritorija. Portfelj robnih marki uključuje Coca-Colu, Sprite, Fantu i druga pjenušava bezalkoholna pića. Brendovi za hidrataciju, sport, kavu i čaj uključuju Dasani, smartwater, vitaminwater, Topo Chico, Powerade, Costa, Georgia, Gold Peak, Honest i Ayataka. Marke prehrane, sokova, mliječnih proizvoda i biljnih pića uključuju Minute Maid, Simply, nevino, Del Valle, fairlife i AdeS [33].

Coca-Cola je inovativna vodeća tvrtka koja neprestano mijenja svoj portfelj, od smanjenja šećera u pićima do iznošenja inovativnih novih proizvoda na tržište. Navode kako nastoje pozitivno utjecati na živote ljudi, zajednice i planet putem nadopunjavanja vode, recikliranja ambalaže, održive prakse nabave i smanjenja emisije ugljika u cijelom lancu vrijednosti. Zapošljavaju više od 700.000 ljudi, pomažući lokalnim zajednicama diljem svijeta pružiti gospodarske mogućnosti [33].

Tvrtka prodaje, proizvodi i distribuira koncentrate, sirupe i gotova pića, uključujući gazirana bezalkoholna pića, vodu, sportska pića, sokove, mliječne proizvode, napitke na biljnoj bazi, čaj i kavu. Proizvodi su na raspolaganju potrošačima u više od 200 zemalja i teritorija putem mreže neovisnih partnera za punjenje i nekih operacija punjenja i distribucije u vlasništvu ili pod kontrolom tvrtke koje proizvode, pakiraju, prodaju i distribuiraju gotova markirana pića kupcima i prodajnim partnerima tvrtke [33].



Slika 8. Coca-Cola sustav distribucije, [31]

Kao što je prikazano na Slici 8 Coca-Cola prodaje koncentrate pića, odnosno baze pića, sirupe i određena gotova pića ovlaštenim partnerima za punjenje. Poslovanje s gotovim proizvodima sastoji se prvenstveno od punjenja, prodaje i distribucije u vlasništvu tvrtke ili pod kontrolom tvrtke, poput prodaje pjenušavih bezalkoholnih pića i raznih drugih gotovih bezalkoholnih pića trgovcima na malo ili distributerima i veletrgovcima koji ih distribuiraju trgovcima na malo. Ovisno o proizvodu, partneri tvrtke u bocama kombiniraju koncentrate s negaziranom ili gaziranom vodom i/ili zaslađivačima za pripremu, pakiranje, prodaju i distribuciju gotovih napitaka [33].

U 2020., ovih pet partnera u bocama zajedno predstavljali su 40 % ukupnog obujma jedinica:

- Coca-Cola FEMSA, poslužuje Latinsku Ameriku,
- Coca-Cola Europacific Partners plc (CCEP), opslužuje Zapadnu Europu, Australiju, Pacifik i Indoneziju,
- Coca-Cola HBC AG (Coca-Cola Hellenic), djeluje u Istočnoj Europi,
- Arca Continental, djeluje u Latinskoj Americi i dijelovima Sjeverne Amerike,
- Swire Beverages, opslužuje Aziju i dijelove Sjeverne Amerike.

## 4.1. Upravljanje zalihama

Upravljanje zalihama obuhvaća niz postupaka povezanih s korištenjem raspoloživih proizvodnih resursa, sustavom ili proizvodnjom, dizajnom, upravljanjem proizvodom, upravljanjem opskrbnim lancem, kao i drugim procesima. Uglavnom, upravljanje operacijama potrebno je za razmatranje nabave, razvoja i uporabe resursa (uključujući materijale i sastojke) potrebnih za isporuku proizvoda koji kupci žele. Coca-Cola, kao jedna od najpopularnijih tvrtki u svijetu, ima složen sustav upravljanja operacijama koji uključuje mrežu punionica te sustave proizvodnje i distribucije [34].

Stoga se upravljanje operacijama u Coca-Coli vrši uz pomoć više sudionika. Tvrtka ne posjeduje niti kontrolira svoje partnere za punjenje, što znači da sustav funkcionira kroz više kanala. Coca-Cola proizvodi i prodaje koncentrate, baze za napitke i sirup za boce, posjeduje robne marke i odgovorna je za marketinške inicijative robnih marki. Međutim, što se tiče proizvodnje bezalkoholnih pića i drugih proizvoda koje tvrtka posjeduje, Coca-Colini partneri u bocama imaju konačnu ulogu u proizvodnji, pakiranju, prodaji robe i distribuciji konačnih proizvoda koji se isporučuju kupcima [34].

Što se tiče Coca-Colinih 4P-ova, treba uzeti u obzir sljedeće aspekte:

- Tvrtka ima širok asortiman proizvoda;
- Marketinški miks koristi pristup diskriminacije cijena drugog stupnja - naplaćivanje različitih cijena proizvoda u različitim segmentima;
- Diljem svijeta distribucijska mreža: trgovine, restorani, mjesta za zabavu i drugo;
- Tradicionalne i mrežne strategije promicanja.

Takozvani „Kupci u bocama“ obično isporučuju finalne proizvode dobavljačima koji zatim prodaju pića kupcima. Svi „kupci u bocama“ koji kupuju resurse potrebne za proizvodnju pića blisko surađuju s trgovinama, restoranima, trgovinama mješovitom robom, zabavnim parkovima, kinima i drugim strankama koje prodaju pića fizičkim kupcima. Budući da su takve operacije lokalizirane, to znači da tvrtka radi u partnerstvu sa svojim korisnicima punionica za izvršavanje strategija specifičnih za regiju [35].

Što se tiče dobavljača, Coca-Cola surađuje s tvrtkama koje pružaju materijale, sastojke, ambalažu, kao i drugu robu i usluge potrebne za proizvodnju konačnog napitka. Vodeća načela dobavljača tvrtke usredotočena su na održavanje visokih standarda kvalitete i odgovornih politika na radnom mjestu i zaštite okoliša. U najmanju ruku, politike i prakse koje su utvrdili dobavljači Coca-Cole moraju biti primjenjivi na njihove nacionalne zakone i propise koji se tiču pitanja kao što su prisilni rad, dječji rad, zloupotreba rada, plaće i naknade, pravična naknada, razumno radno vrijeme, kao i sigurne i zdrave prakse očuvanja okoliša. Valja spomenuti da Coca-Cola očekuje da će njeni partneri zadovoljiti iste standarde kvalitete i korporativne odgovornosti [34].

U raspravi o upravljanju poslovanjem Coca-Cole važno je spomenuti i ukupno upravljanje kvalitetom (TQM-total quality management) kao temeljni pristup koji tvrtka koristi za postizanje dugoročnog uspjeha. Budući da tvrtka ima bliske odnose s dobavljačima i kupcima, TQM se koristi kao princip koji osigurava sudjelovanje svih relevantnih sudionika u poboljšanju postojećih procesa, usluga, proizvoda i ukupne kulture. Globalna priroda korporacije potiče tvrtku da koristi Coca-Cola Management System (TCCMS) za održavanje svih operacija na istoj visokoj razini kvalitete kako bi se osigurala nesmetana proizvodnja i distribucija. TCCMS zahtijeva od svakog dobavljača i kupca tvrtke da uspostavi, implementira, dokumentira i održava visoke standarde kvalitete i sigurnosti: kvalitetu ISO 9001, okoliš ISO 14001, sigurnost hrane ISO 22000 i društvenu odgovornost ISO 26000 [32]. Također je važno napomenuti da je provedba TQM-a omogućila Coca-Coli da razmotri sustav kružnog gospodarstva počevši od sirovina i završavajući s ponovno upotrijebljenim materijalima koji se prerađuju za izradu novih proizvoda [34].

#### **4.1.1. Proizvodnja**

Za proizvodnju proizvoda koristite vodu, zaslađivače, šećer, koncentrat pića i staklo, aluminij, PET(polyethylene teraphthalate) smolu ili kartonsku ambalažu plus energiju za cjelokupni proizvodni proces. Nabavljaju ih koristeći održive prakse i nastoje ih učinkovito koristiti. U 2020. godini postigli su 82,4% certifikaciju poljoprivrednih sastojaka u okviru sustava Coca-Cola načela održive poljoprivrede i cilj je postići 100% certifikacije do 2025. Kao strateški partner tvrtke Coca-Cola, postrojenja i logistička imovina omogućuju im pripremu, pakiranje i isporuku proizvoda kako bi zadovoljili zahtjeve kupaca i potrošača [33].

Djelujući u ubrzanom, dinamičnom poslovnom okruženju, proizvodni trag obuhvaća 23 od 28 zemalja u kojima poslujemo, pružajući tvrtki Coca-Cola najsuvremenije lokalne proizvodne i distribucijske sustave. U 56 pogona s ukupno 279 proizvodnih linija godišnje proizvedu više od 12,5 milijardi litara pića, što je podatak iz 2019. godine [33].

Tablica 1. Broj postrojenja, proizvodnih linija i distribucijskih centara tvrtke Coca-Cola, [33]

postrojenja	proizvodnih linija	distribucijskih centara
56	279	98

#### 4.1.2. Transformiranje, inoviranje i digitalizacija opskrbnog lanca u dijelu proizvodnje

Kako bi osigurali da je poslovanje prikladno za budućnost, navode kako ulažu u napredne tehnologije te transformiraju i digitaliziraju mnoge procese u lancu opskrbe. Djelujući na 28 različitih tržišta, cilj je izgraditi opskrbeni lanac bez granica koji djeluje učinkovito, djelotvorno i omogućuje brzo uvođenje inovativnih tehnologija. Primjenjuju inovacije u opskrbnom lancu kako bi proširili vlastite tehničke mogućnosti, istovremeno osiguravajući produktivnost i niže troškove, uštedu energije i vode. Ulažu u naprednu tehnologiju koja će optimizirati infrastrukturu i pretvoriti postojeće pogone u učinkovita mega postrojenja koja mogu učinkovito služiti zemlji ili cijeloj regiji. To zahtijeva korištenje novih i različitih tehnologija i procesa [33].

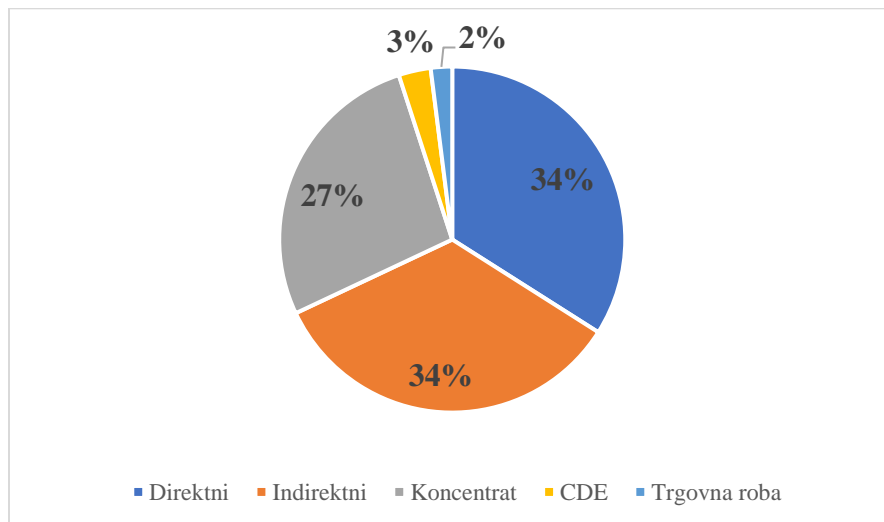
Neke od poboljšanja koje je donijela primjena tehnologije unutar opskrbnog lanca su [33]:

- Od 2010. godine smanjena je emisija ugljika i potrošnja vode po litri proizvedenog bezalkoholnog pića. Samo u 2019. godini u operacije je uloženo oko 6 milijuna eura u projekte uštede energije te je zabilježeno smanjenje potrošnje energije (mjereno po litri proizvedenog pića) za 31%, a potrošnja vode smanjena je za 22% od 2010. godine.
- U Austriji i Švicarskoj koriste više sunčeve energije. 2019. instalirali su jedan od najvećih fotonaponskih sustava u Austriji na krovu proizvodnog i logističkog centra u Edelstal-u. Time će se uštedjeti oko 725 tona CO<sub>2</sub> (carbon dioxide) godišnje u usporedbi s konvencionalnom proizvodnjom energije, što je ekvivalent godišnje emisije 400 automobila srednje veličine. Fotonaponski sustav na krovu švicarskog skladišta mineralne vode izvorno je instaliran za dobrobit zajednice, opskrbljujući energijom 64 kućanstva.

- Instalirali su fotonaponsku energiju (solarnu energiju) u postrojenja u Oricoli, Nogara i Marcianise u Italiji.
- Koriste energiju iz 14 CHP (kombiniranje toplinske i električne energije) postrojenja koja proizvode energiju na učinkovit način i na taj način optimiziraju kombiniranu potrošnju topline, hlađenja i energije u postrojenjima [33, 34].

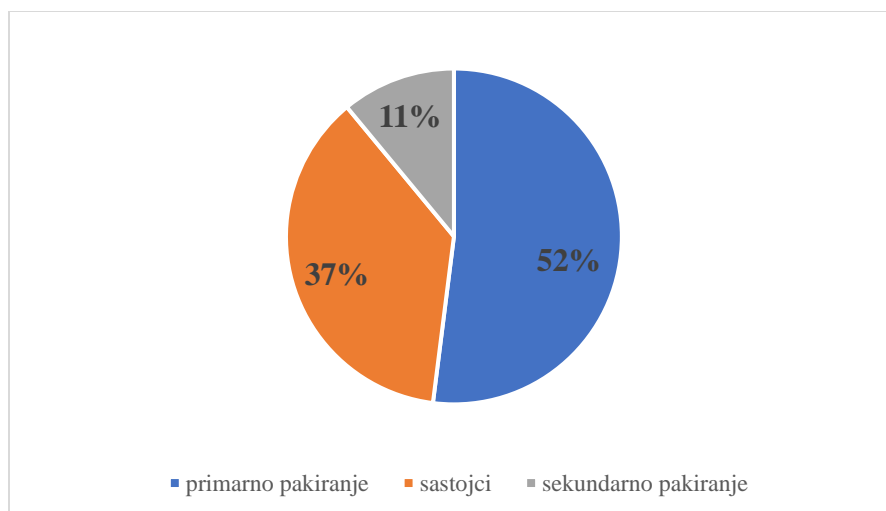
#### 4.1.3. Dobavljači kao dio opskrbnog lanca

U okviru jedinstvenog okvira nabave, Coca-Cola segmentira sveobuhvatnu bazu opskrbe od oko 17800 dobavljača na dobavljače izravne i neizravne potrošnje (koji se aktivno koriste za transakcije kupnje u 2020.). Dobavljači izravne potrošnje uključuju dobavljače sastojaka i ambalaže. Dobavljači neizravne potrošnje uključuju kategorije kao što su: IT (information technology), proizvodna oprema, rezervni dijelovi, usluge održavanja, davatelji logistike, flotna vozila, komunalne usluge, nekretnine, upravljanje objektima, stručne i druge konzultantske usluge, osoblje i privremeni rad.



Grafikon 1. Ukupna potrošnja dobavljača u 2020. tvrtke Coca-Cola

Izvor: [33].



Grafikon 2. Troškovi izravne potrošnje kod direktnih dobavljača u 2020. tvrtke Coca-Cola

Izvor: [33].

Coca-Cola također segmentira dobavljače u tri kategorije na temelju kritičnosti i potencijalnih mogućnosti:

Kritični dobavljači grupe su oni koji ispunjavaju bilo koji od sljedećih kriterija: visok postotak potrošnje, kritične komponente (npr. zaslađivači, sokovi, smole, konzerve, staklo, preforme, zatvarači, aseptična ambalaža), ograničene alternative i partnerstvo koje podržava poslovne strategije.

Strateški dobavljači za zemlje su oni koji imaju stratešku važnost na lokalnoj ili regionalnoj razini.

Kritični i grupni strateški dobavljači Grupe smatraju se ključnim za ukupnu konkurentnost i uspjeh Coca-Cole.

Taktički dobavljači predstavljaju dobavljače s malim količinama i/ili s niskom potrošnjom, koji isporučuju robu ili usluge tamo gdje postoji mnogo alternativnih izvora, što omogućuje fleksibilnu bazu opskrbe [33].

Nadalje, stavljaju značajan fokus na stvaranje partnerstva s dobavljačima koji imaju opskrbne točke unutar zemalja u kojima posluju, multinacionalne i lokalne, a istovremeno razvijaju snažne lokalne dobavljače na teritorijima koje pokrivaju. Ovi naponi podupiru strategiju lokalnog nabavljanja i doprinosa društveno-ekonomskom razvoju u zemljama u kojima posluju.



Ovakvi dobavljači značajno doprinose poslovanju i uključuju ključna tržišta poput Rusije, Nigerije, Italije, Rumunjske i Poljske. Godišnja potrošnja Coca-Cole HB -a s dobavljačima u 2020. dosegla je 3,0 milijarde eura izravne i neizravne potrošnje (nabavna adresabilna potrošnja) i približno 4,4 milijarde eura uključujući koncentrate, opremu za hladna pića i robu kojom se trguje. Cilj je da je više od 95% potrošnje lokalno u zemljama u kojima posluju ili iz Europske Unije, što se smatra lokalnim za zemlje EU. U 2020. su imali 98,4% lokalnih izvora što predstavlja potrošnju od 3,0 milijarde eura [33].

To znači da transportne udaljenosti igraju važnu ulogu i putem strategije lokalnog nabavljanja su optimizirane. Na primjer, za šećer u sljedećim zemljama postoji lokalna proizvodnja šećera i dovoljni kapaciteti, npr. Austrija, Bosna, Češka, Poljska, Srbija, Rumunjska, Rusija, Ukrajina, Bjelorusija, Nigerija, Švicarska, Bugarska, koje se dobavljaju iz zemlje. Za ostale zemlje EU-a, gdje nemaju proizvodnju šećera, ili je proizvodni kapacitet ograničen, izvor šećera je iz najbližih i najisplativijih izvora unutar EU-a. Na ovaj način postiže se smanjenje emisije CHG (compressed hydrogen gas) za transport sastojaka i drugih izravnih materijala [33].

## **4.2. Sustav skladištenja i otpreme za dostavu na primjeru Coca-Cola Nogara, Italija**

Coca-Cola HBC Italija najvažniji je proizvođač i distributer proizvoda tvrtke Coca-Cola u Italiji. Njihova tvornica u Nogara (Verona) najznačajnija je te pokriva 50% proizvodnje i distribucije u Italiji. Postrojenje je prošireno, a skladište danas obuhvaća 35.000 m<sup>2</sup>, uključujući novu aseptičku proizvodnu liniju pića Powerade (sportsko piće) i Nestea (ledeni čaj). Nakon ovog proširenja, tvornica Nogara sada pokriva ukupnu površinu od preko 62.000 m<sup>2</sup> i europski je rekord u Coca-Cola Hellenic Bottling Grupi za proizvodnju i skladištenje kapaciteta za proizvodnju 500 milijuna litara pića godišnje [36].

Uobičajeno skladištenje aseptičnih pića obično zahtijeva veliko tlo sa znatno višim troškovima jer se paletizirani proizvodi ne mogu slagati jedan na drugi zbog manje otpornosti. S obzirom na opsežnu proizvodnju u tvornici Nogara, bilo bi potrebno 14.000 m<sup>2</sup> skladišnog prostora, sedam puta više prostora od novog skladišta od 2.000 m<sup>2</sup>. Drugi izazov bio je integrirati aseptično upravljanje proizvodima u ukupnu koordinaciju ostalih materijala. Bilo je potrebno

namjensko područje za otpremu odakle bi se kamioni s prikolicom mogli ukrcati aseptičnim proizvodom [36].

U cjelini, logistička struktura sastoji se od 15 platformi za utovar kamiona koji vrše male isporuke i 15 utovarnih mjesta za kamione koji opskrbljuju veliki broj kupaca veletrgovaca i veliku maloprodaju. Kako bi se integrirali postojeći distribucijski kapaciteti, izgrađeno je novo područje otpreme za utovar proizvoda, opsluženo izravno iz novog automatskog skladišta. Novo skladište sastoji se od dvije dizalice za slaganje dvostruke normalne dubine i visine 23 metra s maksimalnim kapacitetom od 900 kg, te 4 SVL (System Vehicle Loop) shuttle-a na vrhu koji povezuju ulaze u skladište s proizvodnjom i otpremom. Postrojenje je projektirano tako da se omogući buduće proširenje na četiri mini dizalice za slaganje tereta i udvostruči skladišni kapacitet sa sadašnjih 8.000 na 16.000 paleta. Proizvodi dolaze u skladište iz proizvodnje kroz dvije utovarne prostorije koje hrani viličar koji može nositi tri palete odjednom. Ulazni protok iz proizvodnje iznosi 35 paleta/sat. Na ulazu u skladište provode se sve standardne provjere sukladnosti paleta: težina, oblik i rastavlјivost. Područje otpreme opslužuje izravno sustav SVL koji opslužuje tri skupine utora s protočnim stalkom za nakupljanje paleta (15 paleta po stalku). Proizvod se utovaruje u kamione s prikolicom prema JIT(just in time) logici, čime se skraćuje vrijeme čekanja kamiona i smanjuje prostor potreban za pripremu tereta. Kamioni se utovaruju sa strane pomoću viljuškara, s tri viljuškara koji mogu jamčiti odlazni protok od 65 paleta/ sat opslužujući dva kamiona istovremeno. Izlazni otvor za aseptični proizvod, koji se mora puniti zajedno s ostalim proizvodima, upravlja se u namjenskom transportnom području. Zahvaljujući SVL sustavu, potrebno je manje vremena za prijelaz proizvoda iz skladišta u područja dostave [36].

### 4.3. Određivanje optimalnog voznog parka za Coca-Colu Nogara, Italija

U 3.4. poglavlju obrađena je tematika optimalnog sastava voznog parka. Prikazane su formule kojima se dolazi do optimalnog broja vozila koja su potrebna da se zadovolji planirana godišnja potražnja, te koliko vozila je potrebno dodatno unajmiti kako bi troškovi bili što manji, a potražnja zadovoljena. Sve navedeno je iskorišteno kako bi se na primjeru Coca-Colinog postrojenja u Nogari izračunalo broj potrebnih vozila za zadovoljavanje prijevozne potražnje unutar perioda od godine dana. Podaci za ovaj primjer su prilagođeni samo da se prikaže način korištenja navedenih funkcija.

U tablici 2. vidimo potražnju, odnosno broj vozila koji je potreban kako bi se zadovoljila potražnja za proizvodima Coca-Cole, kroz 52 tjedna.

Tablica 2. Prikaz potražnje vozila po tjednima

tjedan	potražnja (broj vozila)	tjedan	potražnja (broj vozila)	tjedan	potražnja (broj vozila)	tjedan	potražnja (broj vozila)
1	310	14	300	27	324	40	278
2	280	15	290	28	330	41	275
3	275	16	285	29	332	42	270
4	275	17	300	30	330	43	265
5	273	18	280	31	324	44	268
6	270	19	275	32	320	45	270
7	272	20	277	33	315	46	265
8	275	21	280	34	312	47	275
9	268	22	300	35	307	48	280
10	271	23	310	36	300	49	295
11	274	24	317	37	290	50	300
12	280	25	320	38	285	51	310
13	290	26	325	39	280	52	320

Troškovi vozila za navedeni izračun su podijeljeni tako da:

- fiksni troškovi vlastitih vozila iznose 350 eura/tjedno
- varijabilni troškovi vlastitih vozila iznose 150 eura/tjedno

- troškovi unajmljenih vozila iznose 800 eura/tjedna

Slijedi izračun nepoznanica potrebnih za izračun formule (19) kojom se dolazi do konačnog rezultata.

$$m = \frac{CF * n}{CO - CV}$$

$$m = \frac{350 * 52}{800 - 150} = \frac{18.200}{650} = 28$$

$$n - m = 52 - 28 = 24$$

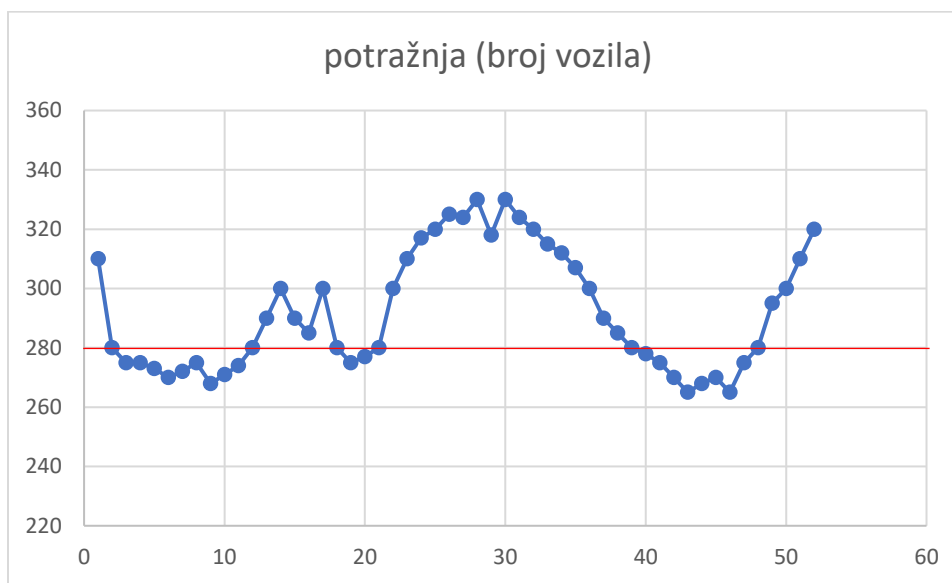
Sastav voznog parka odnosno optimalan broj vlastitih vozila treba biti takav da se u 24 tjedna potražnja može u cijelosti zadovoljiti vlastitim vozilima, a u preostalih 28 tjedana, uz vlastita, angažiraju se i vanjski prijevoznici.

U tablici 3. potražnja je poredana od najmanjeg prema najvećem broju vozila po tjednu, te je zato broj tjedana izmiješan. U tablici je rozom bojom označen 24. tjedan koji označava granicu između dovoljnog broja vlastitih vozila i vozila koja je potrebno unajmiti, kako smo i dobili gore navedenim izračunom. Dakle upisuje se da je  $v_{opt}=280$  vozila.

Tablica 3 Prikaz potražnje vozila po tjednima od najmanje do najveće

tjedan	potražnja (broj vozila)	tjedan	potražnja (broj vozila)	tjedan	potražnja (broj vozila)	tjedan	potražnja (broj vozila)
43	265	8	275	38	285	51	310
46	265	19	275	13	290	34	312
9	268	41	275	15	290	33	315
44	268	47	275	37	290	24	317
6	270	20	277	49	295	29	318
42	270	40	278	14	300	25	320
45	270	2	280	17	300	32	320
10	271	12	280	22	300	52	320
7	272	18	280	36	300	27	324
5	273	21	280	50	300	31	324
11	274	39	280	35	307	26	325
3	275	48	280	1	310	28	330
4	275	16	285	23	310	30	330

Na slici 9 vidimo graf, koji je napravljen prema tablici 2, a prikazuje tjednu potražnju broja vozila kroz godinu dana. Crvena linija prikazuje granicu od 280 vozila koja nam govori koliki je optimalan broj vlastitih vozila, te koliko je potrebno vozila tjedno unajmiti kako bi zadovoljili traženu količinu.



Slika 9. Prikaz tjedne potražnje vozila kroz godinu dana

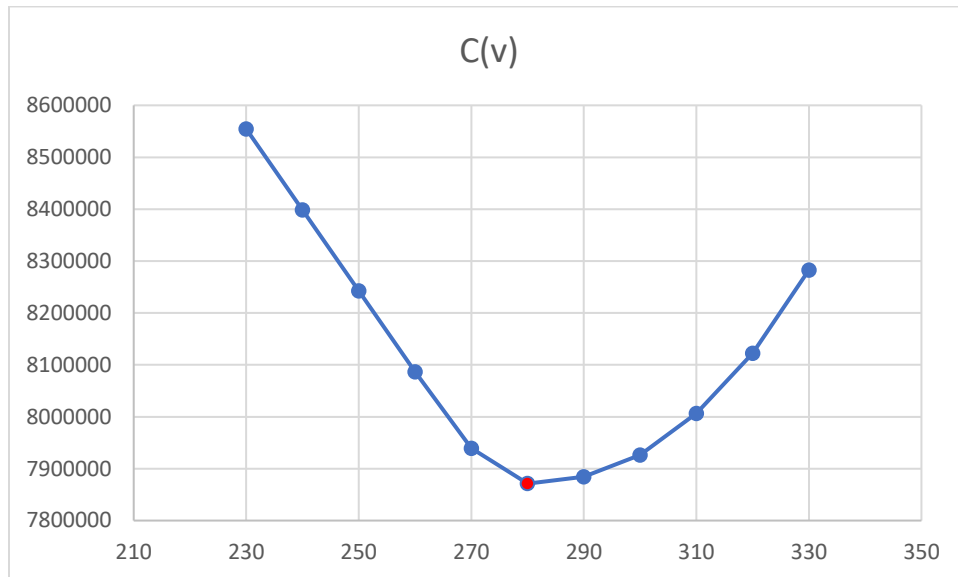
Nakon grafičkog prikaza podataka, računaju se ukupni prijevozni troškovi s optimalnim brojem vozila, koji su nakon izračuna također prikazani grafički.

Koristi se formula (19) u koju se ubacuju svi poznati podaci:

$$C(v) = 350 * 280 * 52 + 150 * \sum_{t=1}^{52} \min(v_t, 21) + 800 * \sum_{t:v_t > v} (v_t - 21) = 7.871.250,00 \text{ €}$$

Ukupni prijevozni troškovi za optimalan broj vozila  $C(v_{opt})=7.871.250.00 \text{ €}$ . Nakon što su izračunati troškovi za optimalan broj vozila uključene su još neke vrijednosti kako bi se dočaralo kako troškovi rastu u odnosu na broj navedenih vozila. Tako se na slici 10 vidi da kada

se broj vozila smanjivao troškovi su rasli, a isti slučaj se događao i kada se broj vozila povećavao, te je time dokazano kako je  $v_{opt}=280$  stvarno optimalan broj vozila za navedeni primjer.



Slika 10. Prikaz ukupnih prijevoznih troškova prema broju vozila

Navedeni izračuni ne pomažu kod prognoze prijevozne potražnje, nego se podaci o prijevoznj potražnji koriste kako bi se izračunao optimalan broj vozila prema prijevoznj potražnji. Dobivene podatke o optimalnom broju vozila od prijašnjih godina možemo koristiti kao smjernice i mjerilo za budućnost.

Koristeći neku od metoda iz poglavlja 3.2., gdje su prikazani različiti načini za računanje i prognoziranje potražnje, pomoću poznatih podataka iz prošlosti može se izračunati približna očekivana potražnja u budućnosti.

Naprimjer, u sljedećoj tablici navedeni su podaci iz prošlosti o optimalnom broju vozila kroz zadnjih sedam godina.

Tablica 4. Optimalan broj vozila kroz godine

Godina	Optimalan broj vozila ( $v_{opt}$ )
2015.	278
2016.	260
2017.	280
2018.	270
2019.	295
2020.	220
2021.	280

Koristeći metodu jednostavnog pokretnog prosjeka (SMA) koja je jedna od najjednostavnijih metoda prognoze za buduće razdoblje izračunat je optimalan broj vozila za 2022. godinu.

$$SMA = \frac{k_1 + k_2 + k_3 + \dots + k_n}{n}$$

$$SMA = \frac{278 + 260 + 280 + 270 + 295 + 220 + 280}{7} = 269$$

$$v_{opt}(2022.) = 269$$

Ovim jednostavnim izračunom, ali pomoću povijesnih podataka koji su jako bitni, dobiveno je kako optimalan broj vozila za 2022.godinu iznosi 269 vozila.

Nakon izračuna optimalnog broja vozila preko metode jednostavnog pokretnog prosjeka, vidjet ćemo izračun i pomoću metode jednostavnog eksponencijalnog izgladivanja, te usporediti rezultate.

Formula za jednostavno eksponencijalno izgladivanje glasi:

$$\hat{y}_{t+h} = \alpha y_t + (1 - \alpha)\hat{y}_t$$

U sljedećoj tablici prikazan je izračun pomoću jednostavnog eksponencijalnog izgladivanja uz koeficijent izgladivanja  $\alpha=0,3$ .

Tablica 5. Prikaz izračuna prognoze vrijednosti uz pomoć jednostavnog eksponencijalnog izgladivanja

Godina	Optimalan broj vozila ( $v_{opt}$ )	Prognoza vrijednosti uz $\alpha=0.3$
2015.	278	0
2016.	260	278
2017.	280	$0,7*278+0,3*260=272,6$
2018.	270	$0,7*272,6+0,3*280=274,82$
2019.	295	$0,7*274,82+0,3*270=273,37$
2020.	220	$0,7*273,37+0,3*290=278,36$
2021.	280	$0,7*278,36+0,3*220=260,85$
2022.	0	$0,7*260,85+0,3*280=266,6$

Ovakvim izračunom rezultat za  $v_{opt}$  u 2022.godini iznosi 266,6 vozila odnosno 267 vozila.

Može se primijetiti kako su oba izračuna dala približne vrijednosti, odnosno računanje pomoću jednostavnog pomičnog prosjeka dalo nam je rezultat od 269 vozila, a izračun preko jednostavnog eksponencijalnog izgladivanja 267 vozila. Ovaj primjer nam je pokazao kako su, za ovakve metode prognoze, od ključne važnosti podaci iz prošlosti.



## 5. Prijedlozi unaprjeđenja prognoze prijevozne potražnje

U nastavku slijede prijedlozi unaprjeđenja prognoze prijevozne potražnje kroz objašnjenje funkcioniranja različitih metoda i alata koji nam pomažu unaprijediti navedene elemente. Prijedlozi unaprjeđenja prognoze sastoje se od korištenja umjetne inteligencije, strojnog učenja i naprednog planiranja.

Većina metoda i alata za prognozu i predviđanje temelji se na povijesnim podacima o potražnji, dok se nove i naprednije metode kao što je umjetna inteligencija, okreće predviđanju u gotovo realnom vremenu. Potrebno je okrenuti se metodama koje osim predviđanja i prognoze u realnom vremenu, koriste i podatke kao što su stvarne potrebe kupaca, te u svoje predviđanje unose podatke o akcijama, novim proizvodima, te različitim zahtjevima potrošača sve u cilju optimizacije sustava.

Koraci prijedloga unaprjeđenja prognoze su:

1. Prvi korak u procesu predviđanja uključuje utvrđivanje pretpostavki i njihovo priopćavanje timu radi pružanja konteksta prilikom generiranja početne prognoze. Neke od ovih osnovnih pretpostavki uključuju broj kupaca na ciljnom tržištu, postotak potrošača koji će kupiti proizvod, vrijeme kupnje i obrazac ponovljenih kupnji od strane potrošača. Cilj prenošenja ovih pretpostavki je iskoristiti bilo koje kolektivno znanje i stručnost različitih timova kako bi potvrdili te pretpostavke prije početka procesa predviđanja;
2. Drugi korak je korištenje moderne tehnologije. Suvremeni proizvođači trebali bi razmotriti korištenje nove tehnologije kako bi poboljšali točnost svojih prognoza. S tehnološkim napretkom, softver za planiranje potražnje može brzo integrirati i analizirati više izvora informacija odjednom kako bi se olakšao proces predviđanja. Tradicionalno planiranje potražnje za prognozu je uzelo u obzir samo interne izvore podataka, poput povijesnih podataka o prodaji. Suvremeni softver sada može integrirati unutarnje i vanjske izvore podataka što uvelike poboljšava točnost predviđanja;
3. Treći korak je procjena točnosti prognoze. To znači uspoređivanje stvarne potražnje za proizvodima s predviđenom potražnjom [37].

## 5.1. Umjetna inteligencija kao unaprjeđenje prognoze prijevozne potražnje

Korištenje umjetne inteligencije može pridonijeti točnim i pouzdanim prognozama potražnje obradom, automatskom analizom i predviđanjem velike količine podataka. Primjena umjetne inteligencije u predviđanju potražnje ne uključuje samo povijesne podatke o prodaji, već također može koristiti podatke gotovo u stvarnom vremenu za poboljšanje točnosti predviđanja. Takvi podaci mogu biti cijene, reklamne kampanje, lokalne vremenske prognoze ili bilo koji podaci o varijablama povezanim s promjenama potražnje. Nadalje, umjetna inteligencija smanjuje ručni rad što olakšava korištenje podataka tvrtki za predviđanja, a to dovodi do smanjenja troškova za predviđanja. Točnije i pouzdanije predviđanje, postignuto korištenjem umjetne inteligencije, omogućuje tvrtkama da optimiziraju svoje nabavke, što pomaže u smanjenju troškova vezanih za prijevoz, skladištenje i administraciju. Usporedba točnosti predviđanja potražnje, koristeći tradicionalne metode, s metodom temeljenom na strojnom učenju, koju su napravili Feizabadi i Shrivastava (2018.), ilustrira kako se točnost u predviđanju potražnje može povećati pomoću strojnog učenja. Primjenom strojnog učenja točnost predviđanja potražnje poboljšana je u prosjeku za 6,4%, što je dovelo do napretka u učinkovitosti obrtnog kapitala. Autori dalje navode da se učinak biča može u određenoj mjeri ublažiti upotrebom predviđanja potražnje pomoću strojnog učenja. Kada se umanju učinak biča, fluktuacije zaliha mogu se smanjiti, što može dovesti do smanjenja troškova zaliha. Provedba umjetne inteligencije u predviđanju potražnje može smanjiti pogreške predviđanja za 30-50%. Umjetna inteligencija omogućuje pristup podacima u stvarnom vremenu, koji se mogu koristiti za automatsko i kontinuirano prilagođavanje prognoza, što dovodi do poboljšane dostupnosti proizvoda. Stoga se očekuje smanjenje zaliha, smanjujući troškove izgubljene prodaje do 65%. Osim toga, umjetna inteligencija učinkovito rješava nepredviđene događaje fleksibilno se prilagođavajući promjenama u asortimanu proizvoda ili distribucijskoj mreži. Nadalje, prijevoz i administracija troškova se mogu smanjiti točnijim predviđanjima. Vještačka inteligencija može biti korisna pri predviđanju proizvoda ili usluga s brzim promjenama u potražnji jer omogućuje brzi odgovor na promjene. Također pridonosi lancu opskrbe koji razmišlja o sebi s velikom okretnošću, prilagodljivošću, brzinom i odzivom. U nastavku Tablica 1 sažima poboljšanja koja se postižu primjenom umjetne inteligencije u predviđanju potražnje i predstavlja prvi dio teorijskog okvira. Poboljšanja su povezana s odgovarajućim ciljevima učinka [38].

Tablica 6. Sažetak poboljšanja koja se postižu primjenom umjetne inteligencije u predviđanju potražnje, [38]

Cilj izvedbe	Unaprjeđenje	Opis
Brzina	Brz odgovor na promjene potražnje	S umjetnom inteligencijom lanac opskrbe postaje agilniji i brže reagira na potražnju na tržištu.
Pouzdanost	Smanjenje zaliha	Primjena umjetne inteligencije u predviđanju potražnje poboljšava dostupnost proizvoda.
Fleksibilnost	Brz odgovor na promjene u asortimanu proizvoda	AI tehnike učinkovite su za podatke s velikom varijabilnošću. Umjetna inteligencija može obrađivati podatke na koje utječu posebni slučajevi što omogućuje fleksibilnu prilagodbu mješavini proizvoda u slučaju neočekivanih događaja.
Trošak	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Smanjeni troškovi zaliha</li> <li>• Smanjeni troškovi za planiranje potražnje i administraciju</li> </ul>	Tehnologije umjetne inteligencije čine učinkovitijim predviđanje potražnje organizacija, što dovodi do smanjenja troškova predviđanja

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Smanjeni transportni troškovi.</li> </ul>	
--	--	--

Prema Mckinsey Digitalu, predviđanje pomoću umjetne inteligencije može smanjiti pogreške za 30% do 50% u mrežama opskrbnog lanca. Poboljšana točnost dovodi do smanjenja izgubljene prodaje za 65% zbog situacija u kojima zalihe nisu dostupne, a troškovi skladištenja smanjuju se za 10 do 40% [39].

## 5.2. Strojno učenje kao unaprjeđenje prognoze prijevozne potražnje

Korištenje strojnog učenja daje sustavu mogućnost automatskog učenja i poboljšanja preporuka koristeći samo podatke, bez dodatnog programiranja. Budući da proizvođači kreiraju ogromne količine podataka, tehnologija strojnog učenja brzo dokazuje svoju vrijednost. Kad se sustavu strojnog učenja unose podaci - što više, to bolje - on traži uzorke. U buduću može koristiti obrasce koje identificira unutar podataka za donošenje boljih odluka. Strojno učenje omogućuje uključivanje širokog spektra čimbenika i odnosa koji svakodnevno utječu na potražnju u maloprodajnoj prognozi. To je iznimno vrijedno jer se samo vremenski podaci mogu sastojati od stotina različitih čimbenika koji mogu potencijalno utjecati na potražnju. Algoritmi strojnog učenja automatski generiraju modele koji se neprestano poboljšavaju koristeći samo podatke koji su dobiveni iz poslovanja. Primarna je korist što takav sustav može obrađivati skupove podataka u maloprodaji iz različitih izvora, a sve bez ljudskog rada [40].

Tehnike strojnog učenja omogućuju predviđanje količine proizvoda/usluga koje će se kupiti tijekom definiranog budućeg razdoblja. U tom slučaju softverski sustav može učiti iz podataka radi poboljšane analize. U usporedbi s tradicionalnim metodama predviđanja potražnje, pristup strojnom učenju omogućuje [40]:

1. Bržu obradu podataka
2. Točniju prognozu
3. Automatiziranje ažuriranja predviđanja na temelju najnovijih podataka
4. Analiziranje više podataka

5. Prepoznavanje skrivenih obrasca u podacima
6. Povećanje prilagodljivost promjenama

Ne postoje algoritmi predviđanja „jedna veličina za sve“. Značajke predviđanja potražnje često se sastoje od nekoliko pristupa strojnom učenju. Izbor modela strojnog učenja ovisi o nekoliko čimbenika, poput poslovnog cilja, vrste podataka, količine i kvalitete podataka, razdoblja predviđanja i drugo.

### **5.3. Napredno planiranje kao unaprjeđenje prognoze potražnje**

Napredni sustav planiranja i zakazivanja (APS) pokriva cijeli lanac opskrbe i koristi ažurirane informacije za izračun rasporeda koje generira. Takav sustav omogućuje gotovo trenutčan odgovor na upite kupaca, iako je to samo jedna od njegovih funkcija. Nakon implementacije APS-a, bolja propusna moć, vrijeme isporuke, razine zaliha i stope iskorištenosti rezultirat će poboljšanjem poslovnih rezultata i višom razinom korisničke usluge [42].

Tradicionalni sustavi planiranja poput planiranja materijalnih zahtjeva (MRP) i planiranje resursa poduzeća (ERP) su neadekvatni. Neke od pretpostavki na kojima se temelji MRP ne primjenjuju se na APS [42]:

1. Svi kupci, proizvodi i materijali imaju jednaku važnost. U postavke sustava APS mogu se postaviti prednosti jednih kupaca naprema drugih;
2. Vrijeme izvođenja je fiksno i poznato. S APS-om je moguće smanjiti rok isporuke, jer sustav može kontaktirati dobavljače kako bi dobio materijal ranije;
3. Ne postoje ograničenja kapaciteta. APS sustav koristi kapacitet ograničenja za optimiziranje planiranja proizvodnje i raspoređivanja;
4. S APS-om je tako moguće prilagoditi vozne redove na više smjerova;
5. Pokreti MRP-a orijentirani su na serije i zahtijevaju sate za dovršetak, jer to dugotrajan je proces koji se može obaviti samo noću ili za vikend. Morat će se procijeniti sve prilagodbe u rasporedu, a to znači gubitak vremena. S APS sustavom sve promjene u planu ili rasporedu se ponovno izračunavaju u roku od nekoliko sekundi ili minuta;

6. MRP ne pruža podršku odlučivanju ili simulaciji. S APS -om moguće je izvršiti analize što-ako. Mogu biti različiti scenariji koji se međusobno uspoređuju, a najbolji se može upisati u transakcijski sustav;
7. MRP sustavi dostavljaju duga izvješća koja krajnji korisnici moraju istražiti kako bi pronašli probleme. APS sustave je lako naučiti raditi s pojedinačnim situacijama. Sustav izvješćuje o problemu i korisničko sučelje omogućuje korisniku da se identificira gdje se javljaju problemi. Kad je problem identificiran, rješenja se lako unose u sustav;
8. Raspodjela materijala MRP-a vrši se po principu "prvi stigao-prvi-poslužen", što bi moglo rezultirati suboptimalnim planovima. Uzeti na primjer: na lageru je 25 jedinica, a naručuju dva kupca. Kupac A je prvi i želi 50 jedinica, dok kupac B želi 25 jedinica. Budući da je kupac A prvi, 25 jedinica na skladištu rezervirano je za njega ili nju, a predviđeno je da 50 jedinica bude proizvedeno. I kupac A i B moraju pričekati dok se te jedinice ne proizvedu i nisu zadovoljni rokovima isporuke. APS sustav bi se s ovim problemom pozabavio na drugi način. Dodijelio bi 25 jedinica na skladištu kupcu B i pokrenuo proizvodnju 50 jedinica za kupca A. To znači da postoji barem jedan kupac koji je zadovoljan.

APS je moderan i napredni alat za IT planiranje koji oslobađa upravitelja logistike od planiranje problema unutar tvrtke, pa čak i u odnosu s kupcima i dobavljačima. APS je nadograđen na postojeće sustave i planove s prikupljenim informacijama izravno iz ovih sustava. Izračunava i neprestano preračunava, neprestano tražeći najbolja rješenja za opskrbni lanac u cijelosti, pa tako i za organizaciju prijevoza [42].

Umjetna inteligencija, strojno učenje te napredno planiranje su alati koji će se sve više koristiti kao pomoć u skupljanju i obradi podataka o potrošačima i njihovim navikama. Implementiranjem gore navedenih metoda dobivaju se točniji i realniji podaci kojima prognoziramo potražnju, što utječe i na prijevoznu potražnju. Navedene metode 'uče' na temelju prijašnjih podataka i grešaka te nam pomažu pratiti potražnju u realnom vremenu i brže se prilagoditi promjenama potražnje, a samim time smanjiti nam troškove i povećati konkurentnost na tržištu.

## 6.Zaključak

Glavni cilj tvrtke uključene u suvremene načine poslovanja je isporučiti prehrambene proizvode što je brže moguće, osigurati određenu razinu sigurnosti i kvalitete, kako bi zadovoljili rastuće potrebe potrošača. Prehrambeni proizvodi prolaze sve faze lanca opskrbe (proizvodnju, skladištenje i prodaju), pa je iz tog razloga ključno osigurati njihovu kvalitetu i sigurnost na putu od farme do kupca, tj. „Od polja do stola ". Stoga je važno naglasiti važnost svake karike u opskrbnom lancu jer ako je jedna karika opskrbnog lanca ugrožena ili nedostaje, to utječe na cijeli lanac.

U prehrambenoj industriji predviđanje potražnje jedan je od glavnih problema lanaca opskrbe radi optimizacije zaliha, smanjenja troškova i povećanja prodaje, dobiti i lojalnosti kupaca. Za prevladavanje ovog problema postoji nekoliko metoda, poput analize vremenskih serija i pristupa strojnog učenja za analizu i učenje složenih interakcija i obrazaca iz povijesnih podataka. Na primjeru s određivanjem optimalnog sastava voznog parka može se vidjeti kako se pomoću jednostavnih izračuna može odrediti optimalan broj vozila, te samim time i smanjiti ukupni prijevozni troškovi te poboljšati poslovanje tvrtke. Trenutni problemi vezani za predviđanje potražnje za prijevozom uglavnom su povezani s dosljednošću i usporedivošću procjena elastičnosti koja proizlazi iz različitih pristupa modeliranju, prirode podataka, mjernih jedinica i zemalja. Šokovi potražnje zbog nedavne gospodarske krize, prirodnih katastrofa i katastrofa uzrokovanih čovjekom te drugih neočekivanih događaja mogu pogoršati gubitke točnosti. Još uvijek su potrebni novi sustavni pristupi prijevozu, koji bi bolje odgovarali vitalnoj potrebi za fiskalno, društveno i ekološki održivim razvojem, kao i prepoznavanju i priznavanju putovanja kao uglavnom izvedene potražnje. Primarni cilj korištenja umjetne inteligencije je bolja integracija upravljačkih i kvantitativnih procjena i samim time smanjenje pogrešaka u predviđanju. Organizacije koje trenutno koriste umjetnu inteligenciju u svrhu predviđanja mogu povećati točnost prognoza poboljšanjem metoda prikupljanja podataka i povećanjem napora za prikupljanje tržišnih podataka. Ponašanje prošlih kupaca često je pouzdan izvor podataka o budućem ponašanju. Konačno, kao i u drugim područjima upravljanja znanjem, ključno je zadržati snažnu podršku procesu predviđanja od strane cijelog upravljačkog tima. Uz podršku umjetne inteligencije i strojnog učenja, ključni dionici mogu steći nove spoznaje na temelju najnovijeg skupa podataka i pomoći u strategiji njihovog akcijskog plana. Uz manje vremena utrošenog na

prikupljanje i tumačenje podataka, može se usredotočiti na donošenje ispravnih odluka za poslovanje.



## Literatura

- [1] Pomorski fakultet u Rijeci, <https://www.pfri.uniri.hr/knjiznica/NG-dipl.TOP/147-2013.pdf>  
[Pristupljeno: rujan 2021.]
- [2] Cooper MC, Lambert DM, Pagh JD. Supply chain management: more than a new name for logistics. *The international journal of logistics management*. 1997 Jan 1;8(1):1-4.
- [3] Repozitorij, Preuzeto sa: <https://repozitorij.fpz.unizg.hr/islandora/object/fpz%3A862/data-stream/PDF/view> [rujan, 2021.]
- [4] Vanyi N. *Members of a supply chain and their relationships*. 2012.
- [5] THE CONSCIOUS CLUB. Preuzeto s: <https://www.theconsciouschallenge.org/ecological-footprintbibleoverview/food-transportation> [Pristupljeno: kolovoz, 2021.]
- [6] Vectro. Preuzeto s: <https://www.withvector.com/blog/post/what-is-intermodal-transportation>  
[Pristupljeno: kolovoz, 2021.]
- [7] Wakeland W, Cholette S, Venkat K. Food transportation issues and reducing carbon footprint. *InGreen technologies in food production and processing 2012* (pp. 211-236). Springer, Boston, MA.
- [8] Russell R S, Taylor B W. *Operations Management along the Supply Chain*, 6th Edition, ISBN:978-0470-23379-5, John Wiley and Sons Ltd., Chichester. 2009.
- [9] Carlsson-Kanyama A, Ekström MP, Shanahan H. Food and life cycle energy inputs: consequences of diet and ways to increase efficiency. *Ecological economics*. 2003 Mar 1;44(2-3):293-307.
- [10] Sim S, Barry M, Clift R, Cowell SJ. The relative importance of transport in determining an appropriate sustainability strategy for food sourcing. *The International Journal of Life Cycle Assessment*. 2007 Sep;12(6):422-31.
- [11] Gebresenbet G, Oodally G. *Review and analysis of rural agricultural transport and logistics in developing countries: Technical Guidelines Report*. Switzerland: University of Agricultural Sciences. 2005.

- [12] Sofos JN. Challenges to meat safety in the 21st century. *Meat science*. 2008 Jan 1;78(1-2):3-13.
- [13] Gebresenbet G, Ljungberg D. IT—Information Technology and the Human Interface. *Journal of Agricultural Engineering Research*. 2001;4(80):329-42.
- [14] Gebresenbet G, Bosona TG, Ljungberg D, Aradom S. Optimisation analysis of large and small-scale abattoirs in relation to animal transport and meat distribution. *Australian journal of agricultural engineering*. 2011 Jan;2(2):31-9.
- [15] Bosona TG, Gebresenbet G. Cluster building and logistics network integration of local food supply chain. *Biosystems engineering*. 2011 Apr 1;108(4):293-302.
- [16] Beckeman M, Skjöldebrand C. Clusters/networks promote food innovations. *Journal of food engineering*. 2007 Apr 1;79(4):1418-25.
- [17] Kotsanopoulos KV, Arvanitoyannis IS. The role of auditing, food safety, and food quality standards in the food industry: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2017 Sep;16(5):760-75.
- [18] Benard Oloo LD, Oniang'o R. Food safety legislation in some developing countries. *Food Safety: Some Global Trends*. 2018 Jul 11:19.
- [19] Hafner Kožul, S. (2019) Uvođenje standarda kvalitete i sigurnosti hrane u preradi morske soli, Doktorska disertacija, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu
- [20] Lelieveld H. Why Harmonize Food Regulations and what is needed to make it work. *Scientific Bulletin Series F. Biotechnologies*. 2017;21:289-97.
- [21] HGK, HOK. Vodič dobre higijenske prakse za trgovinu u poslovanju s hranom. HACCP vodič, 1. izdanje, Zagreb. 2011.
- [22] Repozitorij, <https://repozitorij.fpz.unizg.hr/islandora/object/fpz%3A1499/datastream/PDF/-view> [Pristupljeno: rujan 2021.]
- [23] Prusa P, Chocholac J. Demand Forecasting in Production Logistics of Food Industry. *In Applied Mechanics and Materials* 2015 (Vol. 803, pp. 63-68). Trans Tech Publications Ltd.

- [24] Transportation and Logistics Considerations for the Food Industry. Preuzeto s: <https://3pllinks.com/transportation-logistics-considerations-food-industry/> [Pristupljeno: kolovoz, 2021.]
- [25] Petropoulos F, Carver S. Forecasting for food demand. In Sustainable Food Supply Chains 2019 Jan 1 (pp. 237-248). Academic Press.
- [26] Brockwell PJ, Brockwell PJ, Davis RA, Davis RA. Introduction to time series and forecasting. springer; 2016.
- [27] Novotny J, Duspiva P. Factors influencing the purchasing behavior of consumers and their importance to businesses. Scientific economic magazine E+M. Liberec. 2014:152-66.
- [28] Fedorko G, Molnar V, Grincova A, Dovica M, Toth T, Husakova N, Taraba V, Kelemen M. Failure analysis of irreversible changes in the construction of rubber–textile conveyor belt damaged by sharp-edge material impact. Engineering Failure Analysis. 2014 Apr 1;39:135-48.
- [29] Wang GH. A Study on Logistic and Distribution Innovation of a B2C E-commerce Company. In Applied Mechanics and Materials 2013 (Vol. 411, pp. 2297-2300). Trans Tech Publications Ltd.
- [30] Matouk AE, Elsadany AA, Ahmed E, Agiza HN. Dynamical behavior of fractional-order Hastings–Powell food chain model and its discretization. Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation. 2015 Oct 1;27(1-3):153-67.
- [31] Ghiani, G., Laporte, G., Musmanno, R.: Introduction to Logistics Systems Planning and Control, West Sussex, 2004., p.205.
- [32] Stanković, R.: Nastavni materijali iz kolegija „Prijevozna logistika II“, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2021.
- [33] Coca-Cola. Preuzeto s: <https://investors.coca-colacompany.com/about> [Pristupljeno: kolovoz, 2021.]
- [34] Dynamic Inventory. Preuzeto s: <https://www.dynamicinventory.net/coca-cola-supply-chain/> [Pristupljeno: kolovoz, 2021.]
- [35] Lambert, G 2012, Coca-Cola and management systems, Web.

- [36] Coca-Cola Italia. Preuzeto s: <https://it.coca-colahellenic.com/it/sostenibilita/our-plants--nogara-> [Pristupljeno: kolovoz, 2021.]
- [37] Cederberg L, Elliot J, Engdahl A, Hedenborg F, Sikström J, Wranå L, Åberg J. Towards Better Demand Forecasting Using Artificial Intelligence.
- [38] Feizabadi J, Shrivastava A. Does AI-enabled demand forecasting improve supply chain efficiency. *Supply Chain Manag. Rev.* 2018;22:8-10.
- [39] Breunig M, Wee D, Klein H. „Smartening up with Artificial Intelligence (AI)-What’s in it for Germany and its industrial sector?“.
- [40] Relex. Preuzeto s: <https://www.relexsolutions.com/resources/machine-learning-in-retail-demand-forecasting/> [Pristupljeno: kolovoz, 2021.]
- [41] Lu XH, Mamiya H, Vybihal J, Ma Y, Buckeridge DL. Application of Machine Learning and Grocery Transaction Data to Forecast Effectiveness of Beverage Taxation. *InMedInfo 2019 Aug 21* (pp. 248-252).
- [42] de Santa-Eulalia LA, D’Amours S, Frayret JM, Menegusso CC, Azevedo RC. Advanced supply chain planning systems (APS) today and tomorrow. *Supply Chain Management Pathways for Research and Practice, InTech, Rijeka, Croatia.* 2011 Aug 1:171-200.

## Popis slika

Slika 1. Lanac opskrbe, [3] .....	4
Slika 2. Materijalni, kapitalni i informacijski protok između proizvođača (poljoprivrednika) i potrošača, [11].....	10
Slika 3. Tokovi materijala od i do poljoprivrednih gospodarstava i drugih sektora, [14] .....	12
Slika 4. Predviđanje pomoću SES -a (puna linija: prošle stvarne vrijednosti; isprekidana linija: prilagođene vrijednosti; isprekidana linija: predviđanja), [25].....	27
Slika 5. Predviđanje s aditivnim sezonskim SES -om (puna linija: prošle stvarne vrijednosti; točkasta linija: prilagođene vrijednosti; isprekidana linija: predviđanja), [25] .....	29
Slika 6. Predviđanje s HW s aditivnom sezonalnošću (puna linija: prošle stvarne vrijednosti; točkasta linija: prilagođene vrijednosti; isprekidana linija: prognoze), [25] .....	31
Slika 7. Prijevozni troškovi kao funkcija vlastitih vozila, [32].....	33
Slika 8. Coca-Cola sustav distribucije, [31].....	36
Slika 9. Prikaz tjedne potražnje vozila kroz godinu dana .....	46
Slika 10. Prikaz ukupnih prijevoznih troškova prema broju vozila.....	47

## Popis Grafikona

Grafikon 1. Ukupna potrošnja dobavljača u 2020. tvrtke Coca-Cola.....	40
Grafikon 2. Troškovi izravne potrošnje kod direktnih dobavljača u 2020. tvrtke Coca-Cola.....	41
Grafikon 3. Krivulja cijene i potražnje .....	<b>Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.</b>
Grafikon 4. Promjena tražene količine .....	<b>Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.</b>

## Popis Tablica

Tablica 1. Broj postrojenja, proizvodnih linija i distribucijskih centara tvrtke Coca-Cola, [33] .	39
Tablica 2. Prikaz potražnje vozila po tjednima.....	44
Tablica 3 Prikaz potražnje vozila po tjednima od najmanje do najveće.....	45
Tablica 4. Optimalan broj vozila kroz godine .....	48
Tablica 5. Prikaz izračuna prognoze vrijednosti uz pomoć jednostavnog eksponencijalnog izgladivanja .....	49
Tablica 6. Sažetak poboljšanja koja se postižu primjenom umjetne inteligencije u predviđanju potražnje, [38].....	52



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 UNAPRJEĐENJE PROGNOZE PRJEVOZNE POTRAŽNJE KOD DOPREME PREHRAMBENIH PROIZVODA  
IMPROVEMENT OF TRANSPORT DEMAND FORECAST IN FOOD PRODUCTS DELIVERY  
na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom  
repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

U Zagrebu, 12.9.2021

Student/ica:

Ilvoje Zelinka  
(potpis)