

# PROGNOZIRANJE SEZONSKIH PODATAKA

---

**Boždar, Davor**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Economics in Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Ekonomski fakultet u Osijeku**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:145:717790>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-14**



*Repository / Repozitorij:*

[EFOS REPOSITORY - Repository of the Faculty of Economics in Osijek](#)



Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Ekonomski fakultet u Osijeku

Sveučilišni diplomski studij (Menadžment)

Davor Boždar

**PROGNOZIRANJE SEZONSKIH PODATAKA**

Diplomski rad

Osijek, 2023

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Ekonomski fakultet u Osijeku

Sveučilišni diplomski studij (Menadžment)

Davor Boždar

## **PROGNOZIRANJE SEZONSKIH PODATAKA**

Diplomski rad

**Kolegij: Operacijski menadžment**

JMBAG: 0010225333

e-mail: [dbozdar@efos.hr](mailto:dbozdar@efos.hr)

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Martina Briš Alić

Osijek, 2023

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek  
Faculty of Economics and Business in Osijek  
Graduate Study (Management)

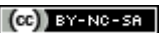
Davor Boždar

## **SEASONAL DATA FORECASTING**

Graduate paper

Osijek, 2023

**IZJAVA**  
**O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI,**  
**PRAVU PRIJENOSA INTELEKTUALNOG VLASNIŠTVA,**  
**SUGLASNOSTI ZA OBJAVU U INSTITUCIJSKIM REPOZITORIJIMA**  
**I ISTOVJETNOSTI DIGITALNE I TISKANE VERZIJE RADA**

1. Kojom izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je diplomski (navesti vrstu rada: završni / diplomski / specijalistički / doktorski) rad isključivo rezultat osobnoga rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu. Potvrđujem poštivanje nepovredivosti autorstva te točno citiranje radova drugih autora i referiranje na njih.
2. Kojom izjavljujem da je Ekonomski fakultet u Osijeku, bez naknade u vremenski i teritorijalno neograničenom opsegu, nositelj svih prava intelektualnoga vlasništva u odnosu na navedeni rad pod licencom *Creative Commons Imenovanje – Nekomercijalno – Dijeli pod istim uvjetima 3.0 Hrvatska*. 
3. Kojom izjavljujem da sam suglasan/suglasna da se trajno pohrani i objavi moj rad u institucijskom digitalnom repozitoriju Ekonomskoga fakulteta u Osijeku, repozitoriju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku te javno dostupnom repozitoriju Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu (u skladu s odredbama Zakona o visokom obrazovanju i znanstvenoj djelatnosti, NN 119/2022).
4. izjavljujem da sam autor/autorica predanog rada i da je sadržaj predane elektroničke datoteke u potpunosti istovjetan sa dovršenom tiskanom verzijom rada predanom u svrhu obrane istog.

**Ime i prezime studenta/studentice: Davor Boždar**

**JMBAG: 0010225333**

**OIB: 68117214838**

**e-mail za kontakt: [davorbozdar8@gmail.com](mailto:davorbozdar8@gmail.com)**

**Naziv studija: Diplomski studij Menadžment**

**Naslov rada: Prognoziranje sezonskih podataka**

**Mentor/mentorica rada: Izv. prof. dr. sc. Martina Briš Alić**

U Osijeku, \_\_\_\_\_ 2023. \_\_\_\_\_ godine

Potpis: *Boždar*

## **Prognoziranje sezonskih podataka**

### **SAŽETAK**

Glavni problem po pitanju budućnosti je upravo taj što budućnost dolazi prije nego li čovjek bude spreman za nju. Čovjekov prirodni instinkt da pokušava predviđati budućnost je prisutan posvuda. Svaki pojedini stupanj izvjesnosti u pogledu budućnosti koji nije općenito poznat obećava goleme probitke onima koji znaju. Temelj svakog prognoziranja je uočavanje zakonitosti koje povezuju vremenski odvojene ali i sadržajno različite pojave. U današnje vrijeme prognozira se svaka moguća varijabla, od vremenske prognoze, rezultata utakmice, pitanja na kolokviju, broja potrebnih pločica za pod i tako dalje. Svaka varijabla koja je podložna prognoziranju istom i podliježe, u kontekstu predviđanja kretanja ili konačnog ishoda varijable. Planiranje je usko vezano uz prognoziranje a oba pojma vezana su za posao menadžera. Prognoze olakšavaju posao menadžerima tako što otklanjaju potencijalne nesigurnosti omogućavajući razvoj i implementaciju novih planova. Prognozu je moguće definirati kao prosudbu o budućoj vrijednosti varijable, kao što su- primjerice ponuda i potražnja, najčešće prognozirani pojmovi u svijetu ekonomije. Prognoze je moguće podijeliti na kratkoročne i dugoročne. Sam proces prognoziranja sastavljen je od koraka iz kojih proizlaze različite metode prognoziranja. Ono što je važno istaknuti su zajedničke karakteristike koje povezuju metode prognoziranja. U okviru elemenata dobre prognoze gledaju se svi aspekti prognoziranja a neizostavni dio je opskrbeni lanac. Precizne prognoze su od izuzetne važnosti za opskrbeni lanac, a netočne i neprecizne prognoze mogu dovesti do manjkova odnosno viškova u cjelokupnom opskrbnom lancu.

**Ključne riječi:** prognoziranje, podaci, dobra prognoza, opskrbeni lanac, planiranje

## **Forecasting of seasonal data**

### **ABSTRACT**

The main problem regarding the future is precisely that the future comes before man is ready for it. Man's natural instinct to try to predict the future is present everywhere. Every single degree of certainty about the future that is not generally known promises enormous breakthroughs to those who know. The basis of all forecasting is the observation of laws that connect temporally separated but content-different phenomena. Nowadays, every possible variable is forecasted, from the weather forecast, the result of the match, the question on the colloquium, the number of tiles needed for the floor and so on. Any variable that is subject to forecasting is subject to the same, in the context of predicting the movement or the final outcome of the variable. Planning is closely related to forecasting, and both terms are related to the manager's job. Forecasts make the job of managers easier by removing potential uncertainty and enabling the development and implementation of new plans. A forecast can be defined as a judgment about the future value of a variable, such as supply and demand, the most frequently forecasted concepts in the world of economics. Forecasts can be divided into short-term and long-term. The forecasting process itself is composed of steps from which different forecasting methods are derived. What is important to highlight are the common characteristics that connect forecasting methods. Within the framework of the elements of good forecasting, all aspects of forecasting are looked at, and an essential part is the supply chain. Accurate forecasts are extremely important for the supply chain, and inaccurate and imprecise forecasts can lead to shortages or surpluses in the entire supply chain.

**Keywords:** forecasting, data, good forecast, supply chain, planning

# Sadržaj

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1.UVOD.....</b>   | <b>8</b>  |
| <b>2.METODOLOGIJA RADA.....</b>                                | <b>2</b>  |
| <b>2.1.CILJEVI RADA.....</b>                                   | <b>2</b>  |
| <b>2.2.IZVORI PODATAKA.....</b>                                | <b>3</b>  |
| <b>2.3.STRUKTURA RADA.....</b>                                 | <b>3</b>  |
| <b>3.PROGNOZIRANJE.....</b>                                    | <b>4</b>  |
| <b>3.1.PRISTUPI PROGNOZIRANJU.....</b>                         | <b>4</b>  |
| <b>3.2.ZAJEDNIČKE KARAKTERISTIKE METODA PROGNOZIRANJA.....</b> | <b>5</b>  |
| <b>3.3.KVALITATIVNE METODE.....</b>                            | <b>6</b>  |
| <b>3.3.1.DELFI METODA.....</b>                                 | <b>7</b>  |
| <b>3.4.KVANTITATIVNE METODE.....</b>                           | <b>10</b> |
| <b>3.5. VREMENSKE SERIJE.....</b>                              | <b>11</b> |
| <b>4.KORACI U PROCESU PROGNOZIRANJA.....</b>                   | <b>12</b> |
| <b>4.1.PROGNOZIRANJE POTRAŽNJE.....</b>                        | <b>13</b> |
| <b>4.1.1.KORACI PRILIKOM PROGNOZIRANJA POTRAŽNJE.....</b>      | <b>14</b> |
| <b>4.2.TOČNOST PROGNOZIRANJA.....</b>                          | <b>16</b> |
| <b>4.2.1.UZROCI POGREŠNOG PROGNOZIRANJA.....</b>               | <b>17</b> |
| <b>5.ELEMENTI DOBRE PROGNOZE.....</b>                          | <b>18</b> |
| <b>5.1.PROGNOZIRANJE I OPSKRBNI LANAC.....</b>                 | <b>20</b> |
| <b>5.2.PROGNOZIRANJE SEZONSKIH PODATAKA.....</b>               | <b>21</b> |
| <b>5.2.1.PREDNOSTI I NEDOSTATCI SEZONSKIH PODATAKA.....</b>    | <b>22</b> |
| <b>6.PRIMJERI IZ PRAKSE.....</b>                               | <b>25</b> |
| <b>6.1.VREMENSKA PROGNOZA.....</b>                             | <b>26</b> |
| <b>6.2.SEZONALNOST SUICIDA U SRBIJI.....</b>                   | <b>27</b> |
| <b>6.3.PRIMJENA HOLT-WINTERS MODELA.....</b>                   | <b>28</b> |
| <b>7.PRIJEDLOG UNAPRJEĐENJA.....</b>                           | <b>36</b> |
| <b>8.ZAKLJUČAK.....</b>  | <b>38</b> |
| <b>9.LITERATURA.....</b>                                       | <b>39</b> |
| <b>10.POPIS SLIKA.....</b>                                     | <b>41</b> |
| <b>12.POPIS KRATICA.....</b>                                   | <b>42</b> |



## 1.UVOD

Čovjekov instinkt da pokuša predviđati budućnost posvuda je prisutan. Svaki stupanj izvjesnosti u kontekstu budućnosti koji nije općenito poznat garantira probitke onima koji su upoznati s istim. Brojna istraživanja ukazala su na to da prognoziranje sezonskih podataka ima značajnu ulogu u održavanju uspješnog poslovanja. U okviru kolegija Operacijski menadžment obrađen je pojam sezonalnosti, odnosno sezonskih podataka. Sezonalnost je karakteristika vremenskih serija unutar kojih podaci podliježu redovitim i predvidljivim promjenama koje se ponavljaju svake godine. Shodno tome, svaka predvidljiva fluktuacija ili obrazac koji se ponavlja tijekom jednogodišnjeg razdoblja naziva se sezonskim. Sezonalnost se odnosi na periodične fluktuacije u određenim poslovnim područjima i ciklusima koji se redovito pojavljuju na temelju određene sezone. Sezona se može odnositi na kalendarsku sezonu poput ljeta ili zime ili se može odnositi na komercijalnu sezonu poput sezone praznika. Prognoze su danas ključan alat svakog menadžera, neizostavni su dio posla koji zahtijeva menadžerska pozicija, olakšavaju prosudbu i omogućavaju vjerodostojnu predikciju budućnosti. Tvrtke koje razumiju sezonalnost poslovanja mogu predvidjeti i tempirati zalihe, osoblje i druge odluke kako bi se poklopile s očekivanom sezonalnošću povezanih aktivnosti, s čime se smanjuju troškovi i povećava prihod. Prognoze mogu biti kratkoročne, srednjoročne i dugoročne; vječna je dilema koje razdoblje je bitnije i koje će donijeti više prihoda. Tu se povlači paralela s obveznicama koje je početkom 2023. godine izdala vlada Republike Hrvatske. Obveznice s kraćim rokom dospijeca imaju manji rizik a shodno tome i manji prinos, dok obveznice s dužim rokom dospijeca imaju veći prinos uz koji uz se veže i veći rizik. Na tragu toga kratkoročne prognoze su manje rizične i osiguravaju „sigurno“ poslovanje u kratkom razdoblju, dok su dugoročne prognoze zahtjevnije i otvaraju vrata za uspješno i „sigurno“ poslovanje na duge staze. Upravo iz spomenutih vrsta prognoziranja proizlazi glavni problem ovog rada. Nameće se misija istraživanja kako poslovati u kratkom, odnosno kako poslovati u dugom roku. Gledajući s makroekonomske strane bitniji je kratki rok, stoga proizlazi kako je bitnije prognozirati podatke za kraći rok. Aktualnost prognoza proizlazi iz njihove važnosti za izradu proračuna, planiranje kapaciteta, planiranje prodaje, planiranje proizvodnje i zaliha, planiranje nabave te u konačnici planiranje i zapošljavanje zaposlenika. Jedan od glavnih problema je preciznost prognoze i javljanje prognostičke pogreške. U ovom radu napraviti će se pregled najčešće korištenih metoda prognoziranja s ciljem prijedloga unaprjeđenja u konačnici.

## **2.METODOLOGIJA RADA**

Metodologija se prilikom formuliranja ovog rada koristi kako bi se došlo do spoznaja koje se naknadno pretvaraju u relevantne informacije, a u konačnici vode do ispravnih zaključaka. Kako bi se došlo do preciznih i ispravnih zaključaka koristi se relevantan izbor literature, prije svega udžbenik Operacijski menadžment kojemu je jedan od autora i mentorica ovog diplomskog rada, znanstveni radovi, stručna literatura te u konačnici pouzdani internetski izvori. U svrhu pisanja ovog rada proučeno je na desetke znanstvenih radova koji su se bavili temom prognoziranja sezonskih podataka. Svaki dobiveni podatak, odnosno informacija koja će voditi konačnim zaključcima podložan je da se provjeri na primjeru u praksi. Primjeri su dani u zadnjoj cjelini.

### **2.1.CILJEVI RADA**

U samom začetku pisanja ovog diplomskog rada nužno je odrediti cilj kojemu se teži kroz pisanje i istraživanje. Kako bi se samo pisanje i formuliranje rada olakšalo potrebno je prethodno uspostaviti cilj. S određivanjem cilja nameću se koordinate kojima se teži i smjer kojemu se teži prilikom istraživanja. Kako je tema ovog diplomskog rada „Prognoziranje sezonskih podataka“ prvotno je cilj istražiti koje su to zajedničke karakteristike za različite metode prognoziranja. Koja je to karakteristika koja je prisutna u dvije različite metode i zašto je toliko bitna za objasniti. Da bi se dobio uvid u sam pojam prognoziranja koje je okosnica ovog rada, cilj je istražiti koji su to koraci u procesu prognoziranja. Svaki korak ima važnu ulogu u procesu prognoziranja stoga je cilj svaki korak navesti i podrobno objasniti, kako bi se prikazala važnost svakog pojedinog koraka. Da bi prognoza bila ispravna bitno je da obuhvati elemente koji ju čine ispravnom i dobrom. Cilj je tako istražiti koji su to elementi dobre prognoze i što svaki od njih predstavlja, odnosno koliko važnu ulogu igra u formiranju točne prognoze. Neizostavni dio elemenata dobre prognoze je opskrbni lanac koji je tako jedan od područja istraživanja ovog rada. Cilj je istražiti što je zapravo opskrbni lanac i koja je njegova uloga i značenje u samom procesu prognoziranja. U svrhu istraživanja kroz rad će se prikazati koje su to najčešće korištene metode prognoziranja na temelju čega dolazi do komparacije među metodama da bi se dobio uvid koju metodu koristiti u kojemu trenutku, što u konačnici vodi do prijedloga za unaprjeđenje. Konačni cilj rada je na temelju relevantne i suvremene literature istražiti sve prethodno navedeno, uključujući i primjere iz prakse koji će potkrijepiti teorijska saznanja.

## **2.2.IZVORI PODATAKA**

Svaki pojedini znanstveni rad svoje uporište pronalazi u relevantnim i suvremenim podacima. Početak i kraj znanstvenog rada predstavlja podatak koji je pronađen, točan i podložan provjeri. U samom početku istraživanja postavlja se zahtjevno pitanje u pogledu izvora iz kojih se crpe podatci. Danas postoje primarni izvori podataka s jedne i sekundarni izvori podataka s druge strane. U pisanju ovog diplomskog rada koriste se podatci dostupni iz sekundarnih izvora, odnosno unutrašnji podatci koji se dijele na službene i neslužbene. Razlozi zbog kojih se u ovom radu koriste sekundarni izvori podataka su visok stupanj pouzdanosti, visoka razina dostupnosti, te u konačnici ušteda vremena i novca koja vodi poboljšanju efikasnosti. Zahvaljujući modernom dobu razvoj interneta omogućio je olakšani pristup podacima. U vremenima unazad desetak godina podatci su se skupljali uživo na licu mjesta, dok je modernizacija i digitalizacija omogućila da se podaci mogu skupljati i *online*. Tako je prilikom pisanja ovog rada korišten primarno Internet kao izvor sekundarnih podataka. Uz spomenuti Internet za pisanje rada korištena je i *offline* literatura pronađena u gradskim i sveučilišnim knjižnicama. U svrhu što bogatijeg sadržaja i relevantnih podataka korišteni su podatci dostupni iz udžbenika koji su navedeni kao osnovna literatura.

## **2.3.STRUKTURA RADA**

Struktura rada temelji se na sedam cjelina koje formiraju temeljni sadržaj rada. U samom početku rada nalazi se uvod koji prethodi metodologiji rada u kojoj su navedeni ciljevi rada kao i izvori podataka. Prva cjelina koja se temelji na teorijskom sadržaju su metode prognoziranja gdje su navedeni pristupi prognoziranju, navedene zajedničke karakteristike metoda prognoziranja, te u konačnici napravljena osnovna podjela. Kako bi se objasnio sam proces prognoziranja u nastavku su objašnjeni koraci koji prethode prognoziranju. Sljedeća cjelina su elementi dobre prognoze uz koje je usko vezan opskrbni lanac. Potom, objašnjeno je kako se upotrebljavaju metode prognoziranja prilikom korištenja sezonskih podataka. Nakon toga dolazimo do praktičnog primjera gdje je teorijski dio potkrijepljen primjerom iz prakse. Naposljetku se daje prijedlog za unaprjeđenje prognoziranja a nakon toga dolazi se do zaključka koji objedinjuje teorijski i praktični dio rada.

### **3.PROGNOZIRANJE**

„Prognoziranje se odnosi na predviđanje nastajanja određenih događaja bilo u bližoj ili daljoj budućnosti, u novije vrijeme prognoze su dobile novu ulogu; prvotno s mogućnošću izrade masovnih prognoza koje su dostupne svima (sportska prognoza ili loto) pa sve do prognoza koje se rade za vojne i političke svrhe, dostupne limitiranom broju korisnika“ (Mesarić, J., Dujak, D., 2017.). Cilj svakog poduzeća, odnosno poslovanja unutar poduzeća je ostvarivanje profita, u konačnici. Shodno tome, poduzeća angažiraju menadžere kojima se daje odgovornost projekcije budućih događanja. Upravo zbog toga prognoziranje ima važnu ulogu s obzirom na to da nudi informacije koje će dobiti na važnosti u budućnosti. Bez kvalitetnog prognoziranja nema ni kvalitetnog planiranja; prognoziranje je preduvjet za planiranje. Kako je cilj poslovanja profit nužno je predvidjeti stanje u budućnosti i projekciju potencijalnih događaja. Donošenje odluka na razini poduzeća prelijeva se na aktivnosti unutar cijelog poduzeća i obuhvaća svaki pojedini sektor. Danas se za prognoziranje najčešće koriste računala i sofisticirani programi odnosno modeli, no uspješnu prognozu i dalje je nemoguće zamisliti bez spajanja znanosti i intuicije. Govori se o tome da tehnologija neće zamijeniti intuiciju, nego o tome da se intuicija prilagodi tehnologiji i ovlada istom.

#### **3.1.PRISTUPI PROGNOZIRANJU**

Danas su dostupne razne podjele metoda prognoziranja. U svrhu pisanja ovog rada koristi se podjela na kvalitativne i kvantitativne metode. Prema Stevenson (2014.) metode prognoziranja temeljene su na pretpostavci kako unutar sustava postoji stabilna pravilnost. Korištenje isključivo samo jedne metode prognoziranja podložno je pogrešci u konačnom prognoziranju. Kombinacija više različitih metoda prognoziranja češće pruža bolje prognoze u odnosu na prognoziranje korištenjem samo jedne od metoda. Prema autorima Heizer, Redner i Munson (2106) različiti su aspekti poslovanja u kojima prognoziranje pronalazi svrhu: planiranje troškova, proračuna, prodaje, inventara, kapaciteta proizvodnje, rasporeda poslovnih aktivnosti i drugo. Prema autorima Mesarić i Dujak (2017) dostupnosti više metoda smatra se da je „najbolji“ pristup izraditi prognozu, sačekati budućnost i usporediti stvarne rezultate s prognoziranim. Nakon prethodno spomenutog mogu se usporediti metode prognoziranja za buduću upotrebu. Informacije koje posjeduju višu kvalitetu pružit će točniju i kvalitetniju prognozu. Koliko je bitna kvalitetna

prognoza toliko su bitni vrijeme i novac. „Tvrtnke sebi ne mogu dopustiti ulaganje neograničenih sredstava u proces prognoziranja.“ (Mesarić, J., Dujak, D., 2017.)

### **3.2.ZAJEDNIČKE KARAKTERISTIKE METODA PROGNOZIRANJA**

Prognoze u kontekstu Operacijskog menadžmenta imaju izrazito značajnu ulogu. Važnost uloge prognoza proizlazi iz povezanosti s očekivanom potražnjom. Upravo glavni cilj prognoziranja je ustanoviti potrebu za određenim resursima iz koje proizlazi očekivana potražnja. Da bi se očekivana potražnja ustanovila potrebno je ustvrditi stvarne i očekivane potrebe potrošača na temelju procjene stanja koje je aktualno na tržištu; uz to je neophodno pratiti očekivano kretanje cijena. U nastavku slijedi obrada kako kvalitativnih tako i kvantitativnih metoda prognoziranja; prije toga dat će se uvid zajedničkih karakteristika metoda prognoziranja prema Briš Alić (2022):

- 1. Metode prognoziranja pretpostavljaju da će isti uzročni sustav koji je postojao u prošlosti postojati i u budućnosti**
- 2. Prognoze nisu savršene**
- 3. Prognoze za grupu predmeta imaju tendenciju biti točnije od prognoza za pojedinačne predmete**
- 4. Točnost prognoziranja se smanjuje kako vremensko razdoblje na koje se odnosi prognoza (vremenski horizont) raste**

Na temelju prethodno spomenutih karakteristika koje su zajedničke metodama prognoziranja zaključuje se kako su kratkoročne prognoze manje neizvjesne od dugoročnih, a na temelju toga se smatraju točnijima. Prognoze su daleko od savršenosti; stvarne, odnosno konačne vrijednosti se učestalo razlikuju u odnosu na prognozirane vrijednosti. Glavni problem je u tome što nije moguće točno i precizno odrediti koji će čimbenik i na koji način utjecati na prognozirane varijable. Netočnost je neisključiva ponajprije zbog izvjesnog postojanja slučajnosti koja sprječava savršenu prognozu. Prognostičke pogreške prisutne unutar grupe učestalo imaju poništavajući učinak. Zbog svega navedenog menadžment prepušta prognoziranje određenom modelu ili kompjuterskom programu zaboravljajući na prognozu. Ovo nije idealan način s obzirom na to da neočekivani događaji prognozu mogu učiniti neupotrebljivom.

### 3.3.KVALITATIVNE METODE

Prema autorima Lysons i Farrington (2016) kvalitativne metode obuhvaćaju informacije poput ljudskog mišljenja iz kojeg proizlazi i slutnja, a to su informacije koje su zahtjevne za dobivanje putem kvantitativnog pristupa. Neizostavna su mišljenja eksperata, koja su temeljena na teorijskom znanju obogaćena s godinama iskustva. Istraživanje tržišta je neizostavni element kojim se ispituje situacija na terenu, ispituje javno mišljenje; dolazi se do svih potrebitih informacija za kreiranje profila promatranog tržišta. Prema autorima Chopra i Meindl (2016) jedna od glavnih metoda kvalitativnog pristupa je Delfi metoda o kojoj će više govora biti u nastavku.

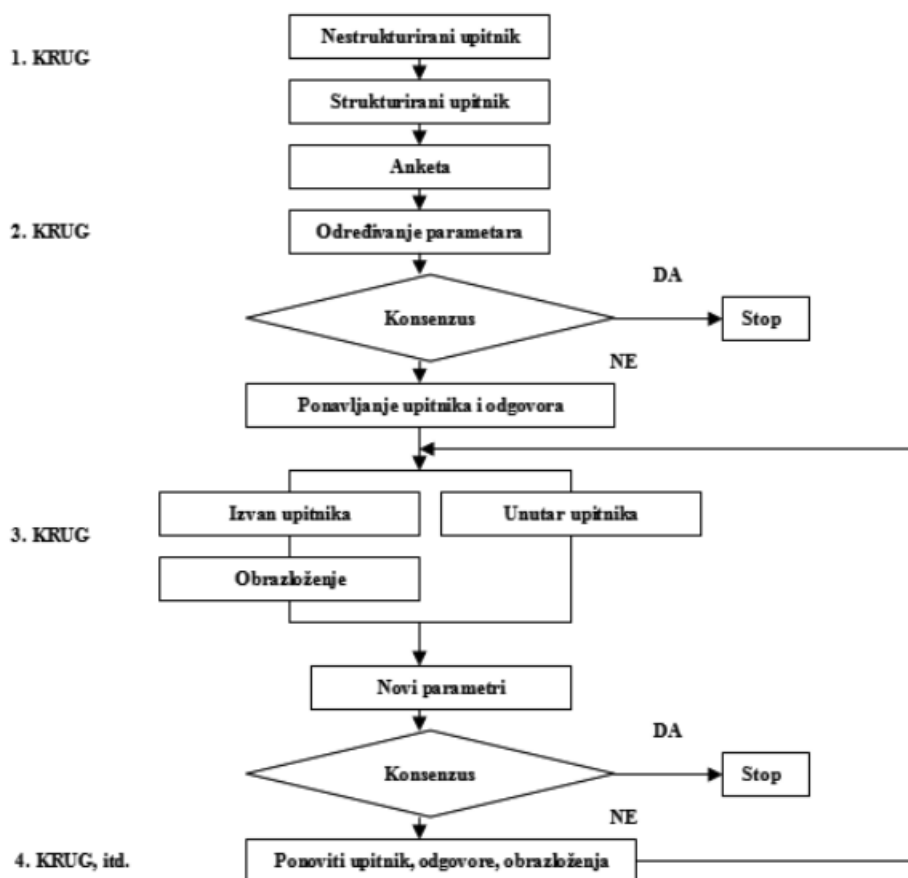
Kvalitativne metode prognoziranja prema Lysons i Farrington (2016) su:

- Mišljenja eksperata
- Tržišna istraživanja
- Delfi metoda

Metoda stručnog mišljenja je pristup u kojem se grupa menadžera sastaje i kolektivno razvija prognozu. Potrebno je da obuhvati i povratne informacije od strane zaposlenika. Sljedeća metoda istraživanja tržišta je pristup koji obuhvaća širok spektar od intervjuiranja, anketa, panela i upitnika, sve to s ciljem prosudbe preferencija kupaca i razine potražnje. Delfi metoda je pristup u kojem se nakon višestrukog međusobnog istraživanja postiže konsenzus između skupine stručnjaka. „Pozitivne strane kvalitativnih metoda su: podaci iz prethodnih razdoblja nisu nužni za analizu, pogodno za predviđanje potražnje za nova tržišta i na trenutnim tržištima kroz nove prodajne i marketinške kampanje, omogućuje razvoj raznolikosti mišljenja, anonimnost u provedenoj analizi, povećava pouzdanost prognoze; negativne strane su: prisutnost subjektivnosti u provođenju analiza i prognoziranja, velike fluktuacije u podacima nisu uzete u obzir, međuodnos relevantnih ekonomskih podataka se ne obuhvaća u analizi, metoda nije primjenjiva za razvoj.“ (Chopra, S., Meindl, P., 2015)

### 3.3.1.DELFI METODA

Od svih metoda kvalitativnog prognoziranja Delfi metoda se najčešće upotrebljava. Ova metoda označava ispitivanje grupe eksperata iz različitih sektora i industrija, koji na temelju teorijskog znanja koje je obogaćeno godinama iskustva odgovaraju na postavljena pitanja. Takvim pristupom eliminiraju se manje čvrsta ili ekstremna mišljenja s odmakom aktivnosti. Iz toga proizlazi kako primjena ove metode omogućuje pronalaženje sporazumnog rješenja problema ili predviđanja varijable. Najveća prednost ove metode je korisnost u situacijama kada se osjeti nedostatak podataka iz prošlosti. Metoda je korisna za dugoročne prognoze i poduzeća koja posjeduju dovoljan broj eksperata. Prema autorima Heizer, Render i Munson (2016.) vrijeme izrade prognoze može se odužiti, ukoliko je teško doći do zajedničkog mišljenja ili pronaći eksperte.



Slika 1 Dijagram toka za prognostički Delfi (Izvor: Eret, 2017)

Prema autoru Eret (2017.) slika prikazuje prognostički Delfi koji se odvija kroz četiri kruga. U prvom krugu istraživač sastavlja nestrukturirani upitnik s otvorenim tipom pitanja prilikom čega se dobiva spektar odgovora s obzirom na mišljenja stručnjaka. Analizom dobivenih podataka, istraživački tim na temelju odgovora sastavlja upitnik za drugi krug. U drugom krugu se sastavlja upitnik sa zatvorenim tipom pitanja kojim iz kojih se traži mišljenje o alternativama. Upitnik sadrži pitanja koja su precizirana i specificirana a prethodno su upotrijebljena. Ukoliko je upitno prognostičko mišljenje o vremenskom periodu mogućih promjena, ispitat će se u ovom krugu. U trećem krugu se nalik prethodnome ispituje jedan ili više specifičnih problema. U upitnik se unose nove statističke vrijednosti koje se onda šalju ispitanicima za novu prognozu. Ukoliko je potrebno unose se i usporedna pitanja koja se odnose na procjenu koliko će se promijeniti pojedine pojave ukoliko se promjeni samo jedna od njih. Dobivene nove statističke vrijednosti predstavljaju konačan rezultat istraživanja. Dodatni krugovi uvode se ukoliko je potrebno i s obzirom na odluku istraživača (Eret, L. 2017)

Prema autorima Lysons i Farrington (2016) ključne značajke Delfi metode su:

- **Anonimnost**
- **Kontrolirana interakcija i povratna informacija**
- **Heterogenost**

Stručnjaci koji čine grupu su nepoznati tijekom istraživanja, oni su upoznati s mišljenjima drugih samo kako bi mogli imati povratnu informaciju. Isti upitnik se provodi konstantno dok je mišljenje svakog stručnjaka podijeljeno unutar grupe. Takav način pristupanja omogućuje stručnjacima da promijene svoj dogovor ukoliko osjete potrebu dok uoče druga gledišta. Heterogenost omogućuje da unutar istraživanja koje obuhvaća metoda sudjeluju specijalizirani stručnjaci iz različitih područja.

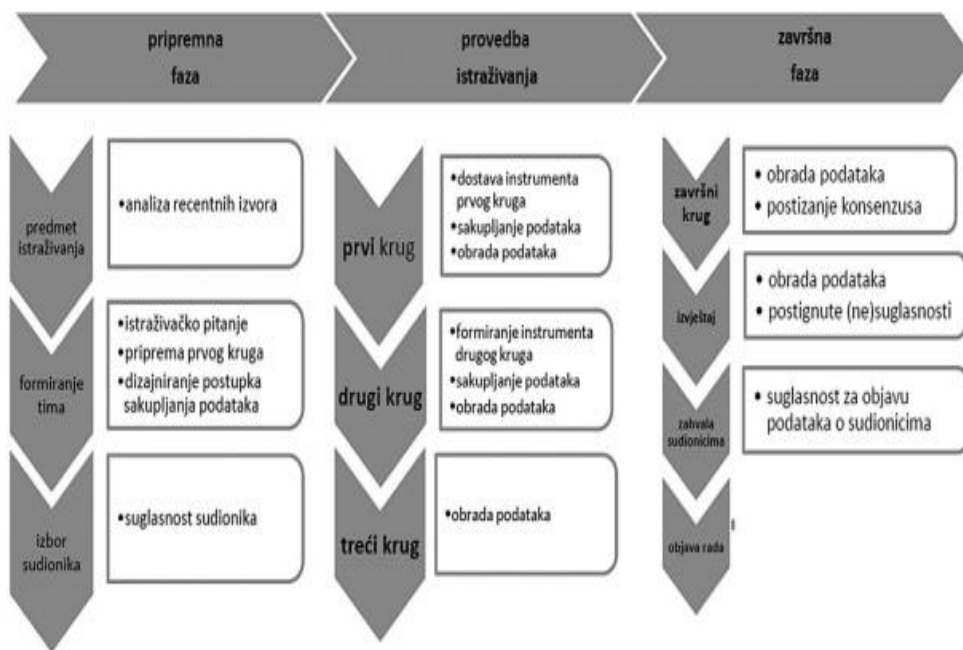
Prema autorima Chopra i Meindl (2015) Delfi metoda odvija se u više krugova prilikom kojih se provodi anonimni upitnik, po završetku prvog kruga rezultati se prosljeđuju svim ispitanicima te



im se pruža mogućnost promjene odgovora ukoliko osjete potrebu za promjenom izvornog odgovora. Potom, dolazi do formiranja novog upitnika koji je temeljen na prikupljenim odgovorima. Takav postupak se ponavlja sve dok ne prođe zajedničko slaganje ispitanika, odnosno konsenzus.

Autori Lysons i Farrington (2016) navode četiri koraka potrebna za uspješno provođenje metode:

- ❖ Procjene ili prognoze zatražene su od ljudi s dobrim razumijevanjem industrije ili organizacije vezano uz predmet ispitivanja. Odvija se anonimno, ispitanici ne znaju imena ostalih sudionika
- ❖ Izračunati su statistički prosjeci prognoza, ukoliko dođe do visoke razine slaganja predviđanja postupak završava
- ❖ Ukoliko se pokaže kako postoje značajne razlike u predviđanjima, grupni prosjeci predstavljaju se pojedincima koji su dali izvorne prognoze, pri čemu se od njih traži da obrazlože mišljenje, uz to se traže i nove procjene
- ❖ Koraci 2 i 3 se ponavljaju dok se ne postigne sporazum



Slika 2 Tijek provedbe Delfi istraživanja (Izvor: Visković, 2015)

### 3.4.KVANTITATIVNE METODE

Koristi se više matematičkih modela koji uporište pronalaze u povijesnim podacima. Primjenjive su u situaciji kada postoje relevantni podaci iz prošlosti.

Kvantitativne metode prognoziranja prema Bozarth i Handfield (2016) su:

- ❖ Analiza vremenskih serija
- ❖ Uzročno posljedične prognoze

Prema autorima Bozarth i Hanfield (2016) analiza vremenskih serija obuhvaća različite modele koji uzimaju u obzir obrasce prošlih podataka na temelju kojih se vrše prognoziranja i predviđa buduće kretanje određenih varijabli. Obuhvaćaju i analiziraju podatke iz povijesti za poslovne aktivnosti koje će se odvijati u budućnosti. Povijesni podaci koriste se za formiranje budućih poslovnih aktivnosti. Također, prema autorima Bozarth i Hanfield (2016) u grupu vremenskih serija spadaju: Pomični prosjek, Vagani pomični prosjek, Eksponencijalno izgladivanje, Dvostruko eksponencijalno izgladivanje, Trostruko eksponencijalno izgladivanje, linearna regresija te sezonski indeksi. “Uzročno- posljedične prognoze prognoziraju buduće vrijednosti određene varijable na temelju neke druge varijable. Projekcije i prognoziranja se provode na temelju povijesnih podataka“ (Bozarth, C., Hanfield, R., 2012). „Pozitivne strane kvantitativnih metoda su: nekomplikirana dostupnost podataka, mogućnost predviđanja točaka poslovnih promjena, procjena međusobnog odnosa i fluktuacije ekonomskih pokazatelja; dok su negativne strane kvantitativnih metoda: neprikladno za predviđanje potražnje za novim proizvodima, visoki troškovi-često zahtijeva konstantno analiziranje tržišta i regularnu kompilaciju podataka, često komplicira primjenu i pogrešno tumači rezultate.“ (Pilinkiene, V. 2008:21)

### 3.5. VREMENSKE SERIJE

Prema Briš Alić (2022) vremenska serija se definira kao niz kronološki poredanih podataka koji mogu sadržavati jednu ili više komponenti, a komponente vremenske serije su:

- Trend
- Sezonalnost
- Ciklusi
- Nepravilne varijacije
- Slučajne varijacije

Prema autoru Barković (1999) trend se odnosi na smjer kretanja neke pojave u prirodi i društvu za određeno vrijeme, najčešće se ustanovljuje analizom statističkih podataka i prognoza. Najčešće se odnosi na dugoročna kretanja promatranih podataka u smjerovima prema gore i/ili dolje. Sezonalnost se odnosi na ograničenost određene aktivnosti ili pojave za određeno godišnje doba. Pretpostavka sezonalnosti je da velik dio ekonomskih varijabli prolazi kroz redovite fluktuacije ili promjene tijekom vremena što ih čini predvidljivima i olakšava njihovo vremensko kretanje. Obrasci ponašanja često se formiraju u povijesnim serijama koje se mogu klasificirati u vremenska razdoblja i koja pokazuju evoluciju nekih ekonomskih aspekata, poput potražnje za robom ili uslugama, ponude, potrošnje, podataka o zaposlenosti, te u konačnici cijena. Prema Barković (2011) ciklusi su niz faza kroz koje gospodarstvo prolazi i koje se događaju redom dok ne dosegne završnu fazu u kojoj poslovni ciklus ponovno započinje. Svaki ciklus prolazi razdoblja recesije i razdoblja širenja, ovaj je fenomen uobičajen tijekom ekonomske povijesti, poznat pod nazivom „poslovni ciklus“. Nepravilne varijacije nastaju zbog neočekivanih i izvanrednih događaja, nisu odraz ustaljenih ponašanja a njihovo prisustvo u nizovima potencijalno narušava kompletnu sliku. Poželjno je što prije ovaj oblik varijacija identificirati te isto tako što je prije moguće eliminirati. Slučajne varijacije su one varijacije koje preostaju nakon uzimanja u obzir ostalih ponašanja

## 4.KORACI U PROCESU PROGNOZIRANJA

Prognoziranje je proces koji se najčešće odnosi na potražnju unutar poduzeća a samim time postaje planiranje poduzeća. Sam pojam prognoze u svom korijenu ne sadrži potpunu točnost u krajnosti, odnosno, prognoza znači da će se određeni događaj/varijabla pokušati predvidjeti sa što većim stupnjem točnosti odnosno sa što manjom pogreškom u prognoziranju. Iz toga proizlazi kako prognoziranje potražnje nikada ne mogu biti u potpunosti točna, cilj je da budu točna u što većem stupnju preciznosti. Na tragu toga potrebno je konstantno utvrđivati kvalitetu rezultata uporabom određenih mjera kvalitete. Autor Briš Alić (2022) smatra da se definiranjem elemenata dobre prognoze dolazi do koraka koji pomažu jednostavnijoj primjeni procesa prognoziranja.

Prema Briš Alić (2022) dobar proces prognoziranja temelji se na sedam osnovnih koraka:

- ❖ Odrediti svrhu prognoze
- ❖ Odabrati stavke koje treba prognozirati
- ❖ Odrediti vremensko razdoblje
- ❖ Prikupiti, očistiti i analizirati odgovarajuće podatke
- ❖ Odabrati metodu prognoziranja
- ❖ Napraviti prognozu
- ❖ Provjeriti i provesti rezultate

Određivanje svrhe prognoze obuhvaća definiranje načina korištenja i vremenske potrebnosti prognoze. Način korištenja koji objašnjava kako i u koje svrhe koristiti prognozu stvara preduvjet za ispravno korištenje prognoze kako se ne bi koristila u krive svrhe, dok vremenska određenost olakšava saznanje u kojim trenucima odabrati prognozu kako bi bila primjenjiva. Svaka prognoza sama po sebi zahtijeva određenu razinu detaljnosti a ovaj korak obuhvaća upravo to. Uz detaljnost obuhvaća i potrebnu količinu resursa koji se mogu pravdati kao i odgovarajuću razinu točnosti. Stavke koje se prognoziraju ovisne su o djelatnosti kojoj se pristupa. Primjerice u kladionicama broj prognoziranih utakmica/susreta determinira radno vrijeme zaduženih za prognoziranje istih, broj ponuđenih prognoza kao i potrebite resurse. Prilikom prognoze vremenskog razdoblja bira se između tri ustaljena razdoblja u prognoziranju. Shodno tome razlikujemo kratkoročno,

srednjoročno i dugoročno razdoblje prognoziranja. Tijekom odabira vremenskog razdoblja prema autorima Chopra i Meindl (2015) treba uzeti u obzir da točnost opada što se vremensko razdoblje produžuje. Proces prikupljanja podataka iznimno je zahtjevan i traži odabir između primarnih ili sekundarnih izvora podataka. Nakon odabira izvora iz kojeg će se crpiti podatci iste je potrebno „pročistiti“ kako bi se eliminiralo sve što je nepotrebno i neće koristiti u prognozi. Na temelju kvantitete podataka i njihove prirode odabire se metoda prognoziranja koja će najviše odgovarati. U konačnici kako bi se utvrdila sigurnost u to da su pretpostavke prognoze ispravne nužno je svakodnevno redovito praćenje prognoza. Na temelju konstantnog praćenja prognoze dolazi se do spoznaje je li prognoza odnosno jesu li model i pretpostavke kao osnovni elementi prognoze točni, a na temelju toga odlučiti treba li što promijeniti odnosno modificirati i prilagoditi. „Uz spomenutih sedam osnovnih koraka treba imati na umu da mogu biti potrebne i dodatne radnje, ovisno o situaciji.“ (Barković, 1999:104).

#### **4.1.PROGNOZIRANJE POTRAŽNJE**

Prema definiciji autora „prognoziranje potražnje uključuje procjenu buduće potražnje za proizvodima i/ili uslugama s kojima određeno poduzeće opskrbljuje tržište.“ (Barković, 1999:103) Korištenje prognoze može biti u različite svrhe kao i namjene s mogućnosti prenamjene i korekcije. Svaka svrha vodi određenom cilju koji se želi postići prilikom korištenja prognoze, svaki od ciljeva direktno je povezan s potražnjom. Prema autoru Barković (1999) gledajući iz perspektive operacijskog menadžmenta prognoza se najčešće koristi u planiranju prilagodljivih kapaciteta i prilikom istraživanja nove opreme. Kapaciteti se određuju kako bi bilo dovoljno mjesta za potrebne zalihe u poslovanju poduzeća, odnosno za ljudske kapacitete, dok je istraživanje nove opreme nezaobilazno.

Prema Barković (2001) prognoziranje potražnje se odvija na dvije razine sa svrhom planiranja operacijskih funkcija. S jedne strane prognoza agregatne potražnje se radi za dugoročno razdoblje dok se prognoziranje potražnje za dobrima radi za srednjoročno razdoblje. Gledajući prognozu agregatne potražnje događaj koji će se dogoditi u budućnosti a prethodno je ispitan, zapravo

replicira globalnu potražnju proizvoda unutar promatranog poduzeća. U poslovanju će poslovni subjekti koristiti prognoziranje kao temeljni alat za donošenje odluka o aktivnostima koje će se događati u budućnosti. Sam proces prognoziranja usko je vezan uz planiranje daljnjih procesa i postupaka unutar opskrbnog lanca. Autori Dujak i Mesarić (2017) u dostupnoj literaturi prognoziranje potražnje drže za osnovu strateške i planske odluke u sklopu opskrbnog lanca. S druge strane prema autorima Russel i Taylor (2010) prognoziranje je definirano kao nepouzdan proces koji nije sposoban niti u jednom trenutku s potpunom sigurnošću predvidjeti događaje u budućnosti.

#### **4.1.1.KORACI PRILIKOM PROGNOZIRANJA POTRAŽNJE**

Prema definiciji autora Stevenson (2014) prognoziranje potražnje je poslovni proces koji se obavlja u sklopu djelovanja lanca opskrbe. Po uzoru na svaki drugi složeni proces tako se i proces prognoziranja potražnje sastoji od pojedinih koraka koji su nužni za postizanje cilja.

Autor Stevenson (2014) kaže da se proces prognoziranja sastoji od šest različitih koraka:

- **Određivanje svrhe prognoze**  
Bavi se pitanjima poput: na koji način će se primijeniti i kada će biti potrebna prognoza
- **Utvrđivanje vremenskog horizonta**  
U ovom koraku definira se o kakvoj se prognozi radi (dugoročna, srednjoročna i kratkoročna)
- **Odabir, obrada i analiza podataka**  
Nužno je prikupljene podatke obraditi i sortirati a potom analizirati
- **Odabir tehnike/metode predviđanja**  
Između više dostupnih potrebno je odabrati odgovarajuću
- **Izrada prognoze**  
Na temelju prethodno odrađenih koraka stupa se u proces izrade
- **Praćenje pogrešaka predviđanja**  
Idealno vrijeme za pratiti pogreške predviđanja je za vrijeme primjene same prognoze

Prema autorima Heizer, Render i Munson (2016) koliko će prognoza biti pouzdana i uspješna najviše ovisi o vremenskom horizontu za koji je prognoza rađena. Autori ih svrstavaju u tri skupine:

- **Kratkoročno prognoziranje** – odnosi se na prognoze za razdoblje ne duže od jedne godine, najčešća uporaba ovog prognoziranja je prilikom planiranja nabave, planiranja operacija, dodjele zadataka te u konačnici planiranju razine proizvodnje
- **Srednjoročno prognoziranje** – odnosi se na prognozu za razdoblje ne duže od tri godine, ovakva vrsta prognoziranja iziskuje više neizvjesnosti u odnosu na kratkoročne prognoze a ipak manje neizvjesnosti u odnosu na dugoročne prognoze, primjenu pronalazi prilikom planiranja prodaje, proizvodnje, budžeta i analizu operativnih poslova
- **Dugoročno prognoziranje** – odnosi se na prognoze za razdoblja duža od tri godine, kako obuhvaćaju najveći vremenski period sa sobom nose i najveću neizvjesnost, primjenu pronalaze prilikom planiranja novih proizvoda, kapitalnih ulaganja kao i odabira lokacije

Na temelju prikazanih vremenskih horizonta očigledno je kako predviđanja pronalaze različitu svrhu u korelaciji s vremenskim periodom u kojemu su primijenjena. Glavni resurs koji je u današnjem modernom svijetu postao luksuz, vrijeme, prisutan je u sva tri vremenska perioda. Gledajući one procese koji zahtijevaju duže vrijeme izvedbe odnosno shodno tome više ulaganja, također će zahtijevati i detaljniji i pažljiviji pristup prilikom odlučivanja. Gledajući drugu stranu, dolazimo do enormno manjih ulaganja i znatno kraćih procesa koji ne iziskuju značajnije detaljnu analizu. Uz pojam prognoziranja potražnje usko i standardno se veže pojam upravljanja potražnjom. Prema autorima Russell i Taylor (2010) u konačnici obuhvaća aktivnosti kojima poslovni subjekt nastoji manipulirati razinom potražnje.

## 4.2.TOČNOST PROGNOZIRANJA

Bitna pretpostavka uspješnosti prognoze je pouzdanost i točnost podataka na kojima se temelji prognoza. Prognoziranje u okviru ekonomije rabi dostignuća postignuta unutar ekonomije kao znanosti s jedne i informatike s druge strane. Na tragu toga nada je da će se ekonomija konstantno približavati egzaktnim znanostima. Točnost i kontrola prognoze od krucijalnog su značenja prognoziranja i upravo iz tog razloga prognostičari imaju tendenciju prognostičku pogrešku svesti na minimum. Prema autoru Briš Alić (2022) iz toga proizlazi kako je važno implementirati pokazatelje u onoj mjeri u kojoj bi prognoze mogle odstupati od vrijednosti one varijable koja se stvarno događa. Ukoliko se ti uvjeti zadovolje to će osobi koja koristi prognozu pružiti ispravniju perspektivu o tome koliko bi prognoza mogla biti pogrešna.

Prema autoru Briš Alić (2022):

### Prognostička pogreška

- **Pogreška**

Razlika između stvarne vrijednosti i vrijednosti koja je predviđena za određeno razdoblje

- **Prognostička pogreška**

Razlika između vrijednosti koja se pojavljuje i vrijednosti koja je predviđena za određeno vremensko razdoblje

- **Pogreška**

Pogreška = Ostvareno – prognoza

Prema autoru Briš Alić (2022) pozitivne pogreške su pokazatelj pre niskih prognoza dok su negativne pogreške rezultat previsokih prognoza. Primjera radi, ako je stvarna potražnja za tjedan 200 jedinica, a prognoza za potražnju je bila 100 jedinica, prognoza je tada pre niska; pogreška je  $200-100= +100$



#### 4.2.1.UZROCI POGREŠNOG PROGNOZIRANJA

Prognoze su relativno nesigurne i podložne pogreškama iz više razloga. Recimo nedostatak podataka može generirati pogreške; prognoze se temelje na dostupnim podacima, shodno tome nedostatak ili nepotpunost podataka može dovesti do netočnih prognoza. U slučaju da su podaci neprecizni, neažurirani ili nedostaju bitni elementi, prognoze mogu biti nepouzdanae.

U nastavku su navedeni najčešći uzroci pogrešnog prognoziranja prema autoru Briš Alić (2022):

➤ **Individualni naponi**

Vrijednost prognoze ovisi o poznavanju svih faktora koji utječu na proces na koji se odnosi prognoza. Dobra prognoza rezultat je timskog rada.

➤ **Nerealna očekivanja**

Niti jedna prognoza nije savršena. Bolje prognoziranje osim same prognoze određuje i granice pouzdanosti prognoze.

➤ **Konfliktni interesi**

Različite skupine unutar poduzeća (ovisno o poslovima koje obavljaju), mogu imati različit stav prema prognozi.

➤ **Korištenje pogrešnih prognoza iz prošlosti**

Traženje razloga odstupanja prognoze od stvarne vrijednosti treba biti samo u cilju poboljšanja metode ili odbacivanja metode, a ne i ponovnog korištenja iste metode

## **5.ELEMENTI DOBRE PROGNOZE**

Vodeći se mišlju da je na ovom svijetu jedino stalna promjena, poduzeća su obavezna konstantno biti spremna ponuditi odgovor na promjene koje se odvijaju na tržištu. Današnje moderno poslovanje obilježeno je neočekivanim i brzim promjenama, koje na tržištu nastupaju direktno diktirajući tempo poslovanja. U takvim izazovnim uvjetima koje nosi današnjica opstaju poduzeća koja se uspješno prilagode, tu se dolazi do polarizacije poduzeća na uspješna i neuspješna. Prema Barković (2001) uspješno poduzeće je ono koje pravovremeno i adekvatno odgovori na promjene koje nastaju na tržištu, uspijeva se prilagoditi i nastavlja razvijati poslovanje, dapače unaprijeđuje ga. S druge strane dolazimo do neuspješnih poduzeća, najčešće oslovljenih kao troma poduzeća koja nisu bila spremna odgovoriti na promjenu, nisu imali odgovarajuće ljude i resurse, te ih je u konačnici promjena pregazila. Poduzeća koja se prilagode uvjetima poslovanja stvaraju preduvjete za razvoj konkurentske prednosti. Istu će donijeti kvalitetno prognoziranje koje tvore elementi dobre prognoze.

Briš Alić (2022.) smatra kako bi se ispravno pripremljena prognoza trebala temeljiti na sljedećim elementima:

### **1. Prognoza treba biti pravovremena**

Prognoza temeljena na određenoj koncentraciji informacija zahtjeva određenu količinu vremena. Idealan primjer toga su kapacitet za koje nije realno očekivati da se prošire preko noći kao što ni razina zaliha ne može biti promijenjena u istom trenutku. Shodno tome vrijeme ima ključnu ulogu u procesu prognoziranja, s obzirom na to da je isto to vrijeme neophodno kako bi došlo do stvarne promjene.

### **2. Prognoza mora biti točna te treba navesti stupanj točnosti**

Prvi korak je da prognoza što je više moguće točna uz minimalno odstupanje a kako bi se to potkrijepilo obavezno je navesti stupanj u kojemu je prognoza točna. Kada je naveden stupanj u kojemu je prognoza točna korisnici su u poziciji da lakše planiraju i predviđaju pogreške na temelju čega će moći komparirati alternativne metode prognoziranja.

### **3. Prognoza treba biti pouzdana, trebala bi biti dosljedna**

Svaka prognoza ima svoj izvor, odnosno temeljno izvorno mjesto. Cilj je da svaka pojedina prognoza bude temeljena na relevantnom izvoru. Shodno tome ukoliko prognoza posjeduje odgovarajući stupanj pouzdanosti nastavlja biti dosljedna. Što znači da će predviđeno u prognozi biti ostvareno prema onome što je odlučeno. Ovakva metoda korisnika dovodi u dvije krajnosti: prva je dobra procjena koja korisnika dovodi u zonu komfora i osjećaj sigurnosti dok druga nudi lošu prognozu prilikom koje se korisnik osjeća nesigurno a na tragu toga osjećat će blagu nelagodu prilikom svake sljedeće prognoze.

### **4. Prognoza mora biti izražena u suvislim jedinicama**

Prilikom izražavanja u suvislim jedinicama, izbor jedinica ovisi o potrebama korisnika. Svaki korisnik bira svoju jedinicu koja u konačnici postaje suvisla. Kladioničar prognozira broj golova na utakmici gdje je jedinica gol. Skakač u dalj planira koliko će daleko skočiti a njegova suvisla jedinica je metar. Kuharica planira ručak prilikom kojeg će poslužiti piletinu, računa da će za ručkom biti šest osoba i da svaka osoba jede pola kile mesa. Shodno tome jedinica mjere za kuharicu je kilogram.

### **5. Prognoza mora biti u pisanom obliku**

Svaka prognoza mora se pronaći u pisanom obliku, preduvjet je to kako bi ostala trajno zabilježena i podložna naknadnoj kontroli. Prilikom pisanja prognoze raste vjerojatnost da će svi uključeni koristiti iste informacije. Nakon što se prognoza ostvari ili ne ostvari zapisani trag omogućuje da se za procjenu prilikom dobivanja konačnih rezultata. Isti se ogledaju u usporedbi prognoziranih vrijednosti s onim vrijednostima koje su dobivene u konačnici.

### **6. Tehnika prognoziranja trebala bi biti jednostavna za razumjeti i koristiti**

Svrha svake prognoze je da u svojoj jednostavnosti replicira buduće događaje i procijeni varijable. Prognoza neće biti od pretjerane koristi ukoliko ima složene i pretjerano sofisticirane dijelove koji su potencijalno nerazumljivi onima koji je trebaju razumjeti. Iz spomenutih razloga teži se što većoj jednostavnosti iz koje će proizaći jednostavnost uporabe i korištenja, ukoliko svi razumiju prognozu imaju preduvjet za korištenje iste.

### **7. Prognoza treba biti isplativa**

Gledajući koristi prognoze, da bi prognoza bila isplativa, koristi moraju biti veće od troškova iste prognoze. U samom startu treba ići u smjeru isplativosti kako prognoza ne bi postala trošak.

### **5.1.PROGNOZIRANJE I OPSKRBNI LANAC**

Svaka prognoza koja je u konačnici točna postaje od iznimnom značaja za opskrbni lanac. Točne prognoze donose brojne prednosti, koriste: proizvođaču, trgovcu, logistici, distributerima kao i dobavljačima. S druge strane netočne prognoze otežavaju svima od navedenih, također, mogu dovesti kako do manjkova tako i viškova u cijelom lancu opskrbe. Prema Heizer, Render, Munson (2016) lanac opskrbe je globalna mreža organizacija i aktivnosti koje opskrbljuju poduzeće robom i uslugama, kako se društvo sve više tehnološki orijentira, vidljiva je sve veća specijalizacija. S druge strane Dunković (2015) lanac opskrbe definira iz perspektive sudionika u poslovnom procesu, lanac opskrbe prema njemu je sustav koji je podržan informatičkim i drugim povezanim tehnologijama u kojemu svaki sudionik mora koordinirano postupati kako svojim postupcima ne bi ugrožavao djelovanje ostalih sudionika lanca.

Prema Briš Alić (2022) organizacije mogu smanjiti vjerojatnost pojave viškova/manjkova na više načina:

- ❖ Razvoj najboljih prognoza
- ❖ Dijeljenje informacija između partnera
- ❖ Brzom komunikacijom ukoliko dođe do loše prognoze ili neplaniranih događaja

## **5.2.PROGNOZIRANJE SEZONSKIH PODATAKA**

Podatci koji su skupljeni i obrađeni istraživanjem često pružaju mogućnost da se u njima uoče sezonski efekti. Primjer sezonskih efekata su dnevni, mjesečni ili kvartalni. Prognoziranje sezonskih podataka ima ključnu ulogu u donošenju informiranih odluka u različitim industrijama. Sezonski podaci karakteriziraju ponavljajući obrasci i fluktuacije tijekom određenih vremenskih razdoblja, što ih čini izazovnim za prognoziranje. Precizne prognoze sezonskih podataka omogućuju organizacijama da optimiziraju planiranje zaliha, pogodnosti proizvodnje, pravovremeno reagiraju na promjene u potražnji i povećaju svoju konkurentnost na tržištu. U ovom diplomskom radu istražuju se različite metode i tehnike prognoziranja sezonskih podataka, analizira se primjena istih kao i prednosti/nedostatci te identifikacija izazova s kojima se organizacije suočavaju pri prognoziranju sezonskih podataka. Cilj je pružiti dublje razumijevanje ovog područja i ponuditi smjernice za poboljšanje kvalitete prognoza sezonskih podataka.

Primjeri sezonskih podataka prema Hyndman, RJ i Athanasopoulos (2018) mogu uključivati:

### **1. Prodaja sezonskih proizvoda**

Podaci o prodaji sladoleda tijekom ljetnih mjeseci ili prodaji božićnih ukrasa tijekom blagdanskog razdoblja

### **2. Turizam**

Broj posjetitelja određene turističke destinacije ovisi o sezoni, kao što su ljetni mjeseci za plažu ili zimska razdoblja za skijališta

### **3. Potrošačke navike**

Potrošačka potražnja za određenim proizvodima ili uslugama koja se mijenja ovisno o godišnjim trendovima kao što su sezonske promjene u modnim trendovima ili prehrambenim proizvodima

### **4. Financijska tržišta**

Kretanje cijena dionica ili drugih financijskih instrumenata koji pokazuju ponavljajuće obrasce tijekom određenih vremenskih razdoblja

## **5. Klimatološki podaci**

Temperatura, oborine ili druge meteorološke mjere koje pokazuju sezonske fluktuacije, kao što su promjene temperature tijekom godišnjih doba

### **5.2.1.PREDNOSTI I NEDOSTATCI SEZONSKIH PODATAKA**

Kao i sve u svijetu ekonomije tako su i podaci, konkretno sezonski kao tema ovog diplomskog rada podložni polarizaciji prednosti, odnosno nedostataka. Kako sezonski podaci nisu perfektni mehanizam u njihovom prikupljanju i obradi jasno postoje anomalije i nedostaci koje je potrebno anulirati. S druge strane sezonski podaci zahvalni su u velikom obujmu obrada i pružaju brojne prednosti koje dominiraju spram manjih nedostataka, koji se uz kvalitetan pristup reguliraju.

#### **Prednosti sezonskih podataka:**

- Identifikacija ponavljajućih obrazaca
- Planiranje i prilagodba
- Informirane odluke

Sezonski podaci omogućuju jasnu identifikaciju i analizu ponavljajućih obrazaca tijekom određenih vremenskih razdoblja. To pruža organizacijama mogućnost da razumiju sezonske trendove i prilagode svoje aktivnosti kako bi iskoristile spomenute obrasce. Također, prognoziranje sezonskih podataka omogućuje organizacijama da planiraju unaprijed i prilagode svoje resurse, proizvodnju i marketinške kampanje u skladu s promjenama potražnje koje se javljaju tijekom sezonskih razdoblja. To može dovesti do smanjenja nepotrebnih troškova odnosno poboljšanja učinkovitosti. U konačnici sezonski podaci pružaju organizacijama korisne informacije o promjenama potražnje, trendovima i preferencijama kupaca tijekom različitih sezona. To im

omogućuje donošenje informiranih odluka o proizvodnji, zalihama, marketingu i strategiji poslovanja (Heizer, Render i Munson, 2016)

#### **Nedostatci sezonskih podataka:**

- Fluktuacije
- Ovisnost o povijesnim podacima
- Vanjski utjecaj

Sezonski podaci obično imaju izražene fluktuacije, što može otežati njihovu analizu i prognoziranje. Velike fluktuacije mogu dovesti do nepreciznih prognoza i poteškoća u donošenju pouzdanih poslovnih odluka. Također, prognoziranje sezonskih podataka često se oslanja na povijesne podatke. Ukoliko dođe do promjene u obrascima potražnje ili drugih relevantnih čimbenika, prognoze se mogu pokazati netočnim. Ovisnost o povijesnim podacima može ograničiti sposobnost predviđanja budućih promjena. U konačnici, sezonski podaci mogu biti podložni utjecajima koji mogu izazvati poremećaje u sezonskim obrascima. Nepredvidivi događaji poput prirodnih katastrofa, ekonomskih kriza ili promjena zakona mogu značajno utjecati na sezonske podatke i otežati njihovo prognoziranje (Heizer, Render i Munson, 2016)

Važno je uzeti u obzir spomenute prednosti i nedostatke u radu sa sezonskim podacima kako bi se imala realna očekivanja i primijenile odgovarajuće metode i tehnike u njihovoj analizi i prognoziranju.

Uz prednosti i nedostatke sezonskih podataka koji su prethodno navedeni prema autorima Chopra i Meindl, (2015) postoje i drugi aspekti koje je važno spomenuti:

- **Sezonske prilagodbe**

Jedan od izazova u radu sa sezonskim podacima je sezonska prilagodba. Ona uključuje uklanjanje sezonskih fluktuacija iz podataka kako bi se bolje identificirali trendovi ili ostale komponente. Sezonska prilagodba omogućuje fokusiranje na osnovne trendove i varijacije izvan sezonskih uzoraka

- **Modeliranje sezonskih efekata**

U procesu prognoziranja sezonskih podataka, modeliranje sezonskih efekata je važan korak. To uključuje identifikaciju i kvantifikaciju sezonskih uzoraka kako bi se stvorili modeli koji mogu predvidjeti buduće sezonske fluktuacije

- **Upotreba specifičnih metoda prognoziranja**

Prognoziranje sezonskih podataka često zahtjeva upotrebu specifičnih metoda i tehnika. To može uključivati pristupe poput sezonskog ARIMA modela, sezonskog eksponencijalnog izgladivanja, Fourierove analize ili drugih specijaliziranih modela koji su osmišljeni za rukovanje sezonskim podacima

- **Vizualizacija sezonskih podataka**

Vizualizacija sezonskih podataka može biti korisna za dublje razumijevanje sezonskih obrazaca i njihovu interpretaciju. Grafikoni, dijagrami i sezonski profili mogu pomoći u identifikaciji trendova, fluktuacija i periodičnosti u sezonskim podacima

- **Evaluacija kvalitete prognoza**

Važno je ocjenjivati kvalitetu prognoze sezonskih podataka kako bi se utvrdilo koliko su precizne i pouzdane. Metrike poput srednje kvadratne pogreške, simetrične apsolutne pogreške ili drugih relevantnih mjera mogu se koristiti za procjenu uspješnosti prognoza sezonskih podataka

Pristupi i metodologije za rad sa sezonskim podacima kontinuirano se razvijaju i istražuju kako bi se poboljšala njihova prognoza točnosti.



## 6.PRIMJERI IZ PRAKSE

Sezonski podaci igraju ključnu ulogu u mnogim područjima današnjeg poslovanja kao i upravljanja, samim time što pružaju uvid u sezonske obrasce i trendove. Upravo spomenuta sezonalnost može biti prisutna i u različitim sektorima, poput: financija, transporta, proizvodnje, trgovine, turizma i mnogih drugih. Analiza i prognoziranje sezonskih podataka predstavljaju veliki izazov za organizacije koje žele donijeti informirane poslovne odluke.

Ovaj diplomski rad istražuje korištenje metoda prognoziranja prilikom korištenja sezonskih podataka. Cilj istraživanja je pružiti pregled različitih metoda prognoziranja koje su posebno prilagođene sezonskim podacima i ispitati njihovu primjenu u praktičnim scenarijima. U prvom dijelu rada pružen je teorijski pregled iz čega proizlazi važnost daljnjeg istraživanja. Identificirani su ključni izazovi koji se nameću prilikom prognoziranja sezonskih podataka poput fluktuacija, promjene ponude i potražnje, sezonski trendovi i njihova nepredvidivost.

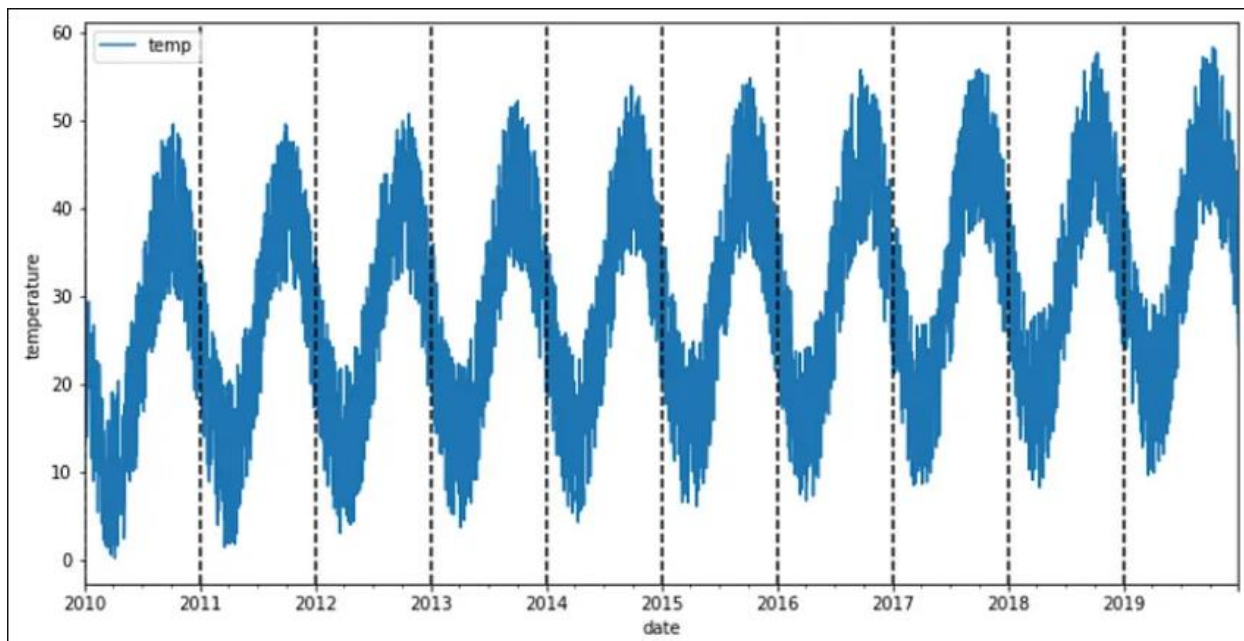
Republika Hrvatska zadnjih desetak godina prihode primarno temelji na turizmu, koji se prometnuo u najunosniju granu. Obale diljem Hrvatske su krcate tijekom ljetnih mjeseci, a ništa slabije, odnosno lošije nije ni u proljetnim odnosno jesenskim mjesecima. Cijene iz sezone u sezonu samo idu gore što ide na ruku vlasnicima nekretnina i apartmana, dok s druge strane raskošni stranci i dalje nemilo ostavljaju novce u Hrvatskoj. Turizam i iznajmljivanje soba prisutni su gotovo tijekom cijele godine. A kako bi turizam nastavio funkcionirati i razvijati se uvelike pomažu podaci, sezonski podaci koji su temelj ovog diplomskog rada. Upravo spomenuti podaci osnovica su za planiranje kapaciteta, budžeta, soba i svega ostalog što uključuje kvantitativne brojeke, odnosno mjerljive pokazatelje. Turizam je u Republici Hrvatskoj nezamisliv bez radne snage, i to kvalitetne i mnogobrojne radne snage. Prije svake sezone rade se točni izračuni, koliko radnika je potrebno, koliko ih je potrebno u kojemu sektoru a koliko na određenoj poziciji. Državni zavod za statistiku glavni je generator sezonskih podataka, posjeduju široku bazu podataka, pomoću kojih se dalje prave izračuni i dolazi se do zaključaka.

Uz turizam tu je neizostavna vremenska prognoza, svakim danom je prisutna na televizijskim kućama i to po tri puta dnevno. Zahvaljujući sezonskim podacima koji prognoziraju vrijeme poljoprivrednicima je lakše organizirati radno vrijeme, imajući u vidu kakvo ih vrijeme očekuje.

## **6.1.VREMENSKA PROGNOZA**

Vremenska prognoza definira se kao znanstveno predviđanje vremenskih uvjeta za određeno vremensko razdoblje, najčešće se prognozira temperatura zraka. Prema autorima Lysons i Farrington (2016) kratkoročne prognoze uobičajeno se odnose na razdoblje od tri dana, srednjoročne prognoze odnose se na razdoblje između tri do sedam dana te u konačnici dugoročne prognoze se odnose za razdoblja duža od deset dana; mjesec ili sezonsko razdoblje. Na sadržaj i točnost predviđanja utječe i duljina predviđenog razdoblja: kratkoročne prognoze sadrže tijekom vremena i općenito veličinu prognoziranih meteoroloških pojava na određenom području te se za njih smatra da imaju najveću pouzdanost. Srednjoročne prognoze su općenitije u odnosu na kratkoročne i govore o nadolazećem vremenu s nešto manje točnosti. Dugoročna predviđanja su zasad još uvijek u eksperimentalnoj fazi i uključuju vremenska obilježja izražena kao odstupanja meteoroloških pojava od srednjih vrijednosti za promatrano razdoblje i područje (Izvor: <https://www.vremenskaprognozahr.com> )

Na primjeru slike 3 u nastavku uočava se sezonalnost temperature zraka. Gledajući sliku, svaka okomita isprekidana crta predstavlja početak godine, a prikazano je vremensko razdoblje od devet godina. Odmah je uočljivo kako podaci imaju sezonsku varijaciju, odnosno, vidljivo je kako se temperatura zraka svake godine povećava zimi a smanjuje ljeti (radi se o južnoj hemisferi). Upravo je to glavna karakteristika sezonalnosti, da se u devet godina zaredom temperature u istom razdoblju smanjuju odnosno povećavaju u istim razdobljima godine. Također, vidljivo je da temperatura ne raste značajno tijekom vremena, budući da srednja temperatura ima gotovo identičnu vrijednost bez obzira o kojoj se godini radilo.

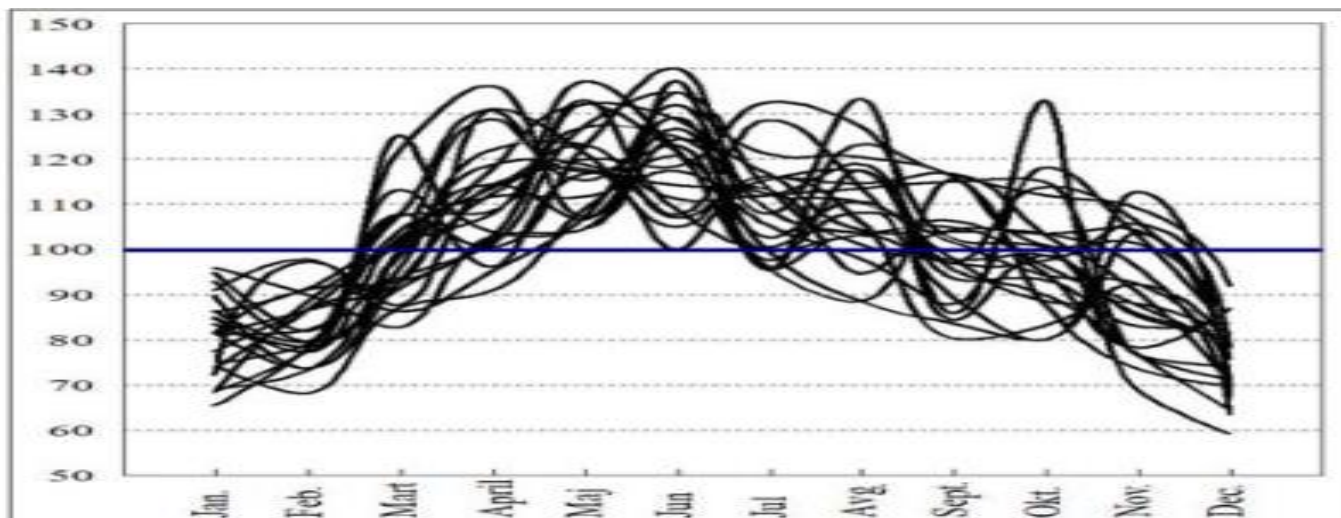


Slika 3 Temperaturne vremenske serije u razdoblju od devet godina, (Izvor: <https://towardsdatascience.com/time-series-forecasting-based-on-the-trend-and-seasonal-components-26b92866e548> )

## 6.2. SEZONALNOST SUICIDA U SRBIJI

Prema autoru Penev (2014) u razdoblju od 1990. do 2012. godine u Srbiji je registrirano 32,855 samoubojstava, što znači prosječno 1428 umrlih godišnje. Samoubojstva su najčešće bila početkom 90-ih, nešto rjeđe 2000-ih, a najmanje u posljednje tri godine promatranog razdoblja. U posljednje tri godine promatranog razdoblja prosječno se događalo 1237 ubojstava godišnje. Rezultati istraživanja pokazuju da su na području Srbije prisutne određene cikličke varijacije u mortalitetu uslijed samoubojstava. Gledajući po godišnjim dobima, samoubojstva su najčešća u proljeće i ljeto, a znatno manje se događaju zimi. Cikličnost se potvrđuje i mjesecom. Naime, samoubojstva su najčešća u „toplim“ mjesecima (od travnja do kolovoza), a znatno rjeđa u „hladnim“ mjesecima (od prosinca do veljače). Gledajući pojedinačno mjesece, najviše ubojstava događa se u mjesecu svibnju, dok je maksimalan prosječan broj samoubojstava po danu izračunat za lipanj (21% više od prosjeka). Mjesec prosinac izdvojen je kao mjesec s najmanjim brojem i najmanjim dnevnim prosjekom samoubojstava (25% niži u odnosu na prosjek). Iz čega proizlazi kako je tijekom cijelog promatranog razdoblja jasno uočljiva cikličnost samoubojstava i nema značajnijih oscilacija ili smanjenja. Unatoč metodi analize, zaključci do kojih je autor Penev

(2014) došao su identični te nema značajnijih razlika u sezonskim varijacijama samoubojstava koje su počinili muškarci i žene. Promjene su se također razvijale usporedno u istom smjeru za oba spola.



Slika 4 Indeks dnevnog prosjeka samoubojstava u Srbiji, 1990.-2012. (Izvor: <https://www.cceol.com/search/viewpdf?id=591815> )

### 6.3.PRIMJENA HOLT-WINTERS MODELA

Metoda Holt-Winters razvijena je s ciljem prognoziranja trend vrijednosti i sezonskih utjecaja iz eksponencijalno ponderiranih srednjih vrijednosti. Spada u grupu modernih strukturnih modela koji se baziraju na statističkoj teoriji te se smatraju posebnim slučajevima opće klase modela strukturnih vremenskih serija. Općenito se smatra kako je ovo kratkoročna metoda prognoziranja. U svrhu objašnjenja metode pronađeni su znanstveni radovi koji su istražili te na primjerima objasnili spomenutu metodu.

#### A) Prognoziranje prometnih zahtjeva

U nastavku slijedi prikaz i interpretacija saznanja dobivenih na temelju proučavanja prethodno istraženih znanstvenih radova, temelj je znanstveni rad autora Radojičić i Mitrović (2019). U svrhu prognoziranja prometnih zahtjeva primjenom Holt-Winters modela, upotrebene su tri vremenske serije dobivene snimanjem prometa. Snimanje je izvršeno primjenom monitoring platforme *The Multi Router Traffic Grapher* (MRTG) gdje je princip utemeljen na upotrebi Simple *Networking*

*Management Protocola-a* (SNMP). Kada je slučaj standardne konfiguracije MRTG log datoteke sadrže sljedeće tipove podataka dobivene snimanjem prometa na jednom mrežnom portu :

- Vremenski trag (broj proteklih sekundi od 1.1.1970. godine u 00:00h)
- Prosječnu vrijednost odlaznog prometa
- Prosječnu vrijednost dolaznog prometa
- Maksimalnu vrijednost odlaznog prometa
- Maksimalnu vrijednost dolaznog prometa

Imajući na umu MRTG platforma grafički prikazuje vrijednosti prometa na dnevnom, tjednom, mjesečnom i godišnjem nivou, svaka MRTG log datoteka sadrži navedene tipove podataka za opservacije koje se vrše u sljedećim vremenskim intervalima:

- Dnevna razina – 300sec
- Tjedna razina – 1800sec
- Mjesečna razina – 7200sec
- Godišnja razina – 86400sec

Navedene karakteristike čine MRTG log datoteku pogodnim izvorom za dobivanje vremenskih serija koje će dalje biti iskorištene za potrebe prognoziranja prometnih zahtjeva upotrebom Holt-Winters modela. Za potrebe ovog eksperimenta autori su iz log datoteka iskoristili podatke koji se odnose na maksimalne vrijednosti dolaznog prometa. Iz spomenutih podataka preuzeli su tri vremenska scenarija:

1. **Dnevna razina** – podaci dobiveni opservacijama u vremenskom opsegu 15.10.2019. (01:00) – 17.10.2019. (00:55),
2. **Tjedna razina** – podaci dobiveni opservacijama u vremenskom opsegu 03.10.2019. (15:30) – 17.10.2019. (15:00),
3. **Mjesečna razina** – podaci dobiveni opservacijama u vremenskom opsegu 16.08.2019. (00:00) – 15.10.2019. (22:00)

Autori sezonu opisuju kao fiksni vremenski opseg u kojem je sadržan cjelokupni skup mrežnih aktivnosti koje karakterizira potpuno ponavljanje. Učestalost sezonalnosti je definirana kao odnos ukupnog broja perioda (izvršenih opservacija) u promatranoj vremenskoj seriji i broja perioda (opservacija) koji su sadržani u okviru identificirane sezone. Shodno navedenom, sezonalnost je u okviru promatranih vremenskih serija definirana na način prikazan na sljedećoj slici:

| <i>br. vrem. serije</i> | <i>osnovni period</i> | <i>opseg vremenske serije</i> | <i>br. perioda u vremenskoj seriji</i> | <i>identifikovana sezona</i> | <i>broj perioda u identifikovanoj sezoni</i> | <i>učestalost sezonalnosti (s)</i> |
|-------------------------|-----------------------|-------------------------------|--|------------------------------|--|------------------------------------|
| 1                       | 300 sec (5min)        | 2 dana                        | 576                                    | 1 dan                        | 288  | 2                                  |
| 2                       | 1800 sec (30min)      | 2 nedelje                     | 672                                    | 1 nedelja                    | 336  | 2                                  |
| 3                       | 7200 sec (2h)         | 2 meseca                      | 732                                    | 1 mesec                      | 366  | 2                                  |

Slika 5 Karakteristike sezonalnosti u vremenskim serijama (Izvor: <https://postel.sf.bg.ac.rs/simpozijumi/POSTEL2019/RADOVI%20PDF/Telekomunikacioni%20saobracaj,%20mreze%20i%20servisi/3-Radojicic-Mitrovic.pdf> )

Autori su imajući u vidu pretpostavku da u promatranim vremenskim serijama sezonska varijacija raste s porastom trenda, prognoziranje prometnih zahtjeva realizirali upotrebom multiplikativne Holt-Winters metode, pri čemu su usvojili početne vrijednosti od 0,2 za sva tri parametra izgladivanja ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ). Pouzdanost prognoziranja je analizirana upotrebom tri standardna testa (MAE, MSE i MAPE). Pretraga vrijednosti parametara izgladivanja s kojim bi se za promatrane vremenske serije dobili najbolji rezultati u primijenjenim testovima autori su koristili alat *Solver*. Pretragu su autori napravili u dva slučaja: u prvom je funkcija cilja bila – minimizacija vrijednosti MSE, a u drugom – minimizacija vrijednosti MAPE. U oba slučaja su autori dali ista ograničenja, da su  $\alpha$ ,  $\beta$ , i  $\gamma \in (0,1]$ . U oba slučaja minimizacije (MSE I MAPE), dobiveni su isti rezultati. Na ovaj način usvojene su vrijednosti parametara izgladivanja koje su zajedno s vrijednostima testova prikazane na sljedećoj slici:

| Br. vrem. serije | $\alpha$               | $\beta$ | $\gamma$ | MSE      | MAE                   | MAPE (%) |
|------------------|------------------------|---------|----------|----------|-----------------------|----------|
| 1                | $\approx 0$            | 0,585   | 1        | 372477,5 | $4,55 \times 10^{11}$ | 28,34    |
| 2                | $7,630 \times 10^{-7}$ | 0,500   | 1        | 59822,5  | $1,29 \times 10^{10}$ | 3,08     |
| 3                | $\approx 0$            | 0,338   | 0,988    | 533649,1 | $6,59 \times 10^{11}$ | 22,04    |

Slika 6 Vrijednosti parametara izgladivanja i rezultati testova pouzadnosti (Izvor: <https://postel.sf.bg.ac.rs/simpozijumi/POSTEL2019/RADOVI%20PDF/Telekomunikacioni%20saobracaj,%20mreze%20i%20servisi/3-Radojicic-Mitrovic.pdf> )

Na osnovu primjene ovako definiranog eksperimenta autori su dobili prognozirane vrijednosti prometnih zahtjeva za sve tri vremenske serije. Rezultati testova MAE i MSE su u direktnoj ovisnosti od razlike ostvarenih i prognoziranih vrijednosti prometa u trenutku  $t$ . S druge strane rezultati MAPE testova tumače se prema Lewisovoj skali za procjenu točnosti prognoziranih vrijednosti, gdje su autori zaključili da je točnost prognoze u slučaju vremenskih serija 1 i 3 ocijenjena kao “razumna” dok se ona u slučaju vremenske serije 2 smatra “visokom”. Iz navedenog su autori zaključili kako sezonska varijacija raste s porastom trenda, zbog čega je prognoziranje zahtjeva za Internet prometom realizirano primjenom multiplikativne Holt-Winters metode. Analizom rezultata autori su ustvrdili da prognozirana vremenska serija odlično prati dinamiku ulaznih podataka, sezonalnost i trend, što je primjenom standardnih testova i potvrđeno.

Iz svega navedenog može se zaključiti kako je primjena Holt-Winters modela izrazito pogodna za prognoziranje prometnih profila koji odgovaraju Internet prometu. Uz to, ističe se pogodnost i praktična primjena MAPE testa s obzirom da pruža jasniji prikaz preciznosti prognoziranja, odnosno, pruža rezultate prikazane kroz postotke u usporedbi s MAE i MSE testovima.

### **B) Prognoziranje Holtovim modelom linearnog eksponencijalnog izgladivanja**

Atlantic grupa je Hrvatska multinacionalna kompanija koja u svojem poslovanju objedinjuje proizvodnju, razvoj, prodaju i distribuciju robe široke potrošnje. Prisutna je na više od 40 milijuna tržišta. U diplomskom radu autora Kožica (2022) pod naslovom “Statistički modeli prognoziranja poslovnih prihoda na primjeru Atlantic Grupe d.d.”, spominje se prognoziranje Holtovim modelom linearnog eksponencijalnog izgladivanja.

### Formule za prognoziranje korištene u radu:

Linearno eksponencijalno izgladivanje:  $F_{t+1} = L_t + T_t$

Procjena srednje razine pojave:  $L_t = ay_t + (1 - a)(L_{t-1} + T_{t-1})$

Procjena trenda:  $T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_t - 1$

Početne vrijednosti  $L_0$  i  $T_0$  definirane su kao vrijednosti parametara koji su procijenjeni  $\beta_0$  i  $\beta_1$  u modelu lineranog trenda u poglavlju koje je autor obradio neposredno prije ovog poglavlja. Konstante izgladivanja  $\alpha$  i  $\beta$  su identične a vrijednosti su im 0,1 a selektirane su po principu minimiziranja prognostičke pogreške MSE. Autor nije mogao izračunati prognostičku vrijednost za 2011.godinu, a prognostičke vrijednosti od 2012. Do 2021. godine ispisane su u zadnjem stupcu tablice. U tablici je dan prikaz prognoziranja Holtovim modelom linearnog eksponencijalnog izgladivanja, a tablica(slika) uključuje sljedeće podatke:

$Y_t$  = prodaja u milijunima kuna

$L_t$  = procjena srednje razine pojave

$T_t$  = procjena trenda  $F_t$  = prognostička vrijednost



| t  | Godina | Prodaja u mil. kn ( $Y_t$ ) | $L_t$    | $T_t$  | $F_t$   |
|----|--------|-----------------------------|----------|--------|---------|
| 0  |        | -                           | 4800,175 | 67,971 | -       |
| 1  | 2011.  | 4727,8                      | 4854,111 | 66,567 | -       |
| 2  | 2012.  | 4930,4                      | 4921,651 | 66,665 | 4920,68 |
| 3  | 2013.  | 5051,3                      | 4994,614 | 67,295 | 4988,32 |
| 4  | 2014.  | 5118,4                      | 5067,557 | 67,859 | 5061,91 |
| 5  | 2015.  | 5405,3                      | 5162,405 | 70,558 | 5135,42 |
| 6  | 2016.  | 5106,3                      | 5220,297 | 69,292 | 5232,96 |
| 7  | 2017.  | 5306,8                      | 5291,310 | 69,464 | 5289,59 |
| 8  | 2018.  | 5255,5                      | 5350,246 | 68,411 | 5360,77 |
| 9  | 2019.  | 5431,7                      | 5419,962 | 68,541 | 5418,66 |
| 10 | 2020.  | 5252,0                      | 5464,853 | 66,176 | 5488,50 |
| 11 | 2021.  | 5702,5                      | 5548,176 | 67,891 | 5531,03 |

Slika 7 Prognoziranje Holtovim modelom linearnog eksponencijalnog izgladivanja (Izvor:

<https://zir.nsk.hr/islandora/object/efzg:9027/datastream/PDF/view> )

### C) Prognoziranje Holt-Wintersovim aditivnim modelom

U istom diplomskom radu prema autoru Kožica (2022) na istim brojkama, napravljena je prognoza Holt-Wintersovim aditivnim modelom. Prugnostičke vrijednosti u Holt-Wintersovom aditivnom modelu eksponencijalnog izgladivanja dobivene su zbrajanjem: procjene srednje razine pojave, učinka trenda i učinka sezone. Kako bi se dobile vrijednosti spomenutih procjena nužno je bilo utvrditi početne vrijednosti  $L_4$  i  $T_4$  kao i sezonske faktore  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  i  $S_4$ .

Izračun početnih vrijednosti proveo se prema sljedećim vrijednostim:

$$L_s = L_s = \frac{1}{s}(y_1 + y_2 \cdots y_s)$$

$$T_s = T_s = \frac{1}{s} \left( \frac{y_{s+1} - y_1}{s} + \frac{y_{s+2} - y_2}{s} + \dots + \frac{y_{s+s} - y_s}{s} \right)$$

$$S_1 = s_1 = y_{1-L_s} \quad S_2 = y_2 - L_s \cdots S_s = y_s - L_s$$

Uvrštavanjem vrijednosti u formule došlo se do sljedećih izračuna:

$$L_4 = (Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4) / 4 = 976,2 + 1220,9 + 1253,1 + 12277,6 = 1181,95$$

$$T_4 = ((Y_5 - Y_1)/4 + (Y_6 - Y_2)/4 + (Y_7 - Y_3)/4 + (Y_8 - Y_4)/4) / 4 = ((1053,1 - 976,2)/4 + (1289,4 - 1220,9)/4 + (1289,2 - 1253,1)/4 + (1298,8 - 1277,6)/4) / 4 = 12,66$$

$$S_1 = Y_1/L_4 = 976,2/1181,95 = -205,8$$

$$S_2 = Y_2/L_4 = 1220,9/1181,95 = 38,95$$

$$S_3 = Y_3/L_4 = 1253,1/1181,95 = 71,15$$

$$S_4 = Y_4/L_4 = 1277,6/1181,95 = 96,65$$

Konstante izgladivanja autor je ustvrdio tako što je minimizirao prognostičke pogreške MSE, te dobio sljedeće iznose:  $\alpha = 0,3$ ;  $\beta = 0,1$  i  $\gamma = 0,6$ . Prognostičke vrijednosti mogu se izračunati od petog razdoblja, odnosno prvog kvartala 2012. godine. Prognostičke vrijednosti zaključno s drugim kvartalom 2022. prikazuju se u posljednjem stupcu tablice prikazane slikom.

| t  | Kvartal  | Prodaja u mil. kn | $L_t$   | $T_t$ | $S_t$   | $F_t$   |
|----|----------|-------------------|---------|-------|---------|---------|
| 1  | 2011/I   | 976,2             | -       | -     | -205,8  | -       |
| 2  | 2011/II  | 1220,9            | -       | -     | 38,95   | -       |
| 3  | 2011/III | 1253,1            | -       | -     | 71,15   | -       |
| 4  | 2011/IV  | 1277,6            | 1181,95 | 12,66 | 95,65   | -       |
| 5  | 2012/I   | 1053,1            | 1213,88 | 14,59 | -178,77 | 988,86  |
| 6  | 2012/II  | 1289,4            | 1235,07 | 15,25 | 48,18   | 1267,42 |
| 7  | 2012/III | 1289,2            | 1240,64 | 14,28 | 57,60   | 1321,47 |
| 8  | 2012/IV  | 1298,7            | 1239,36 | 12,72 | 73,87   | 1350,57 |
| 9  | 2013/I   | 1087,1            | 1256,22 | 13,14 | -172,98 | 1073,31 |
| 10 | 2013/II  | 1333,6            | 1274,18 | 13,62 | 54,93   | 1317,54 |
| 11 | 2013/III | 1304,8            | 1275,62 | 12,40 | 40,55   | 1345,39 |
| 12 | 2013/IV  | 1325,8            | 1277,19 | 11,32 | 58,71   | 1361,89 |
| 13 | 2014/I   | 1124,3            | 1291,14 | 11,58 | -169,30 | 1115,54 |
| 14 | 2014/II  | 1329,7            | 1294,34 | 10,74 | 43,19   | 1357,65 |
| 15 | 2014/III | 1342,4            | 1304,12 | 10,65 | 39,19   | 1345,63 |
| 16 | 2014/IV  | 1322,0            | 1299,32 | 9,10  | 37,09   | 1373,47 |
| 17 | 2015/I   | 1157,7            | 1314,00 | 9,66  | -161,50 | 1139,13 |
| 18 | 2015/II  | 1382,4            | 1328,32 | 10,13 | 49,72   | 1366,84 |
| 19 | 2015/III | 1437,4            | 1356,38 | 11,92 | 64,29   | 1377,64 |
| 20 | 2015/IV  | 1427,8            | 1375,02 | 12,59 | 46,50   | 1405,39 |
| 21 | 2016/I   | 1155,2            | 1366,34 | 10,46 | -191,28 | 1226,12 |
| 22 | 2016/II  | 1301,4            | 1339,27 | 6,71  | -2,83   | 1426,52 |
| 23 | 2016/III | 1325,6            | 1320,58 | 4,17  | 28,73   | 1410,27 |
| 24 | 2016/IV  | 1324,1            | 1310,60 | 2,76  | 26,70   | 1371,25 |
| 25 | 2017/I   | 1121,2            | 1313,10 | 2,73  | -191,65 | 1122,08 |
| 26 | 2017/II  | 1383,8            | 1337,07 | 4,85  | 26,91   | 1312,99 |
| 27 | 2017/III | 1445,2            | 1364,29 | 7,09  | 60,04   | 1370,65 |
| 28 | 2017/IV  | 1356,6            | 1358,93 | 5,85  | 9,28    | 1398,08 |
| 29 | 2018/I   | 1142,7            | 1355,65 | 4,93  | -204,43 | 1173,13 |
| 30 | 2018/II  | 1345,2            | 1347,90 | 3,66  | 9,14    | 1387,49 |
| 31 | 2018/III | 1398,8            | 1347,72 | 3,28  | 54,66   | 1411,60 |
| 32 | 2018/IV  | 1368,8            | 1353,56 | 3,54  | 12,86   | 1360,28 |
| 33 | 2019/I   | 1200,9            | 1371,57 | 4,98  | -184,17 | 1152,66 |
| 34 | 2019/II  | 1373,2            | 1372,80 | 4,61  | 3,90    | 1385,69 |
| 35 | 2019/III | 1438,3            | 1379,28 | 4,80  | 57,28   | 1432,07 |
| 36 | 2019/IV  | 1419,3            | 1390,78 | 5,47  | 22,25   | 1396,93 |
| 37 | 2020/I   | 1280,7            | 1416,84 | 7,53  | -155,35 | 1212,08 |
| 38 | 2020/II  | 1178,8            | 1349,52 | 0,04  | -100,88 | 1428,26 |
| 39 | 2020/III | 1427,9            | 1355,88 | 0,67  | 66,12   | 1406,84 |
| 40 | 2020/IV  | 1364,6            | 1352,29 | 0,25  | 16,29   | 1378,81 |
| 41 | 2021/I   | 1249,6            | 1368,26 | 1,82  | -133,34 | 1197,19 |
| 42 | 2021/II  | 1448,2            | 1423,78 | 7,19  | -25,70  | 1269,21 |
| 43 | 2021/III | 1550,5            | 1446,99 | 8,79  | 88,55   | 1497,09 |
| 44 | 2021/IV  | 1454,2            | 1450,42 | 8,26  | 8,78    | 1472,07 |

Slika 8 Prognoziranje Holt-Wintersovim aditivnim modelom (Izvor: <https://zir.nsk.hr/islandora/object/efzg:9027/datastream/PDF/view> )

## 7.PRIJEDLOG UNAPRJEĐENJA

Na osnovu podataka prikupljenih tijekom pisanja ovog diplomskog rada i prema autoru Pinterović (2021) u nastavku će se ponuditi prijedlog unaprjeđenja za prognoziranje sezonskih podataka koji su od velike važnosti. Metode prognoziranja sezonskih podataka složeni su i sofisticirani postupci koji zahtijevaju pažnju i koncentraciju, greške se moraju eliminirati a podaci očistiti kako bi bili upotrebljivi. Na osnovu vlastitog promišljanja i istraživanja mišljenja stručnjaka u nastavku slijedi prijedlog unaprjeđenja.

- **Analiza sezonskih uzoraka**

Prvi korak u poboljšanju prognoziranja sezonskih podataka je temeljita analiza sezonskih uzoraka. Proučavanje podataka kako bi se identificirale pravilnosti i trendovi tijekom različitih sezona. Identificiranje sezonskih komponenti, kao što su tjedni, mjesečni ili godišnji ciklusi, kao i provjera postoji li sezonska varijabilnost.

- **Korištenje odgovarajućih modela**

Potrebno je odabrati odgovarajući model za prognoziranje sezonskih podataka. Ovisno o podacima i potrebama, može se koristiti model poput ARIMA ili usmjeriti na strojno učenje i koristiti algoritme kao što su stablo odlučivanja, neuronske mreže ili LSTM za bolje rukovanje sezonskom komponentom.

- **Proširenje vremenskog horizonta**

Razmotriti mogućnost proširivanja vremenskog okvira za prognoziranje sezonskih podataka. Umjesto usmjeravanja samo na kratkoročnu prognozu, vremenski horizont treba proširiti i analizirati dugoročne trendove. To će pomoći pri boljem razumijevanju sezonske prirode podataka i prilagodbe prognoze prema tome.

- **Upotreba egzogene varijable**

Razmatranje uključivanja egzogenih varijabli u modele prognoziranja. Egzogene varijable su faktori koji mogu utjecati na sezonske podatke, ali nisu izravno povezani s vremenom. Primjera

radi, ako se analizira prodaja sladoleda, egzogena varijabla može biti temperatura ili praznina. Uključivanje takvih varijabli u modele pomoći će u boljoj predikciji sezonskih uzoraka.

- **Kombiniranje više modela**

Još jedan od pristupa unaprjeđenju prognoziranja sezonskih podataka je kombinacija više modela. Primjerice, može se koristiti tehnika ansambla, gdje se kombiniraju prognoze različitih modela kako bi se dobila konačna prognoza. Primjera radi, možete kombinirati predviđanja dobivena ARIMA modelom s predviđanjima dobivenim neuronskom mrežom kako bi se poboljšala ukupnost točne prognoze.

- **Redovito ažuriranje modela**

Unaprjeđenje prognoziranja sezonskih podataka može biti izazovan zadatak ali postoje različite metode i pristupi koji mogu pomoći u poboljšanju preciznosti prognoze (Nathaniel, 2021)

## 8.ZAKLJUČAK

Iz svega navedenog kroz ovaj diplomski rad zaključuje se kako su sezonski podaci od iznimne važnosti. Prisutni su u svakom značajnom istraživanju i imaju karakteristiku olakšavanja svakodnevice. Sezonski podaci, odnosno podaci do kojih se dođe preduvjet su za prognoziranje. Prethodno spomenuto prognoziranje odnosi se na projekciju događaja, odnosno na projekciju ponašanja varijable u budućnosti. Osobe koje sad, u ovom trenutku, imaju informaciju o događaju u budućnosti, odnosno projekciji budućnosti; imaju komparativnu prednost. Svako kvalitetno prognoziranje preduvjet je za kvalitetan opskrbeni lanac unutar raznih poduzeća. Razlikuju se dvije vrste metoda prognoziranja, a to su kvantitativne i kvalitativne metode prognoziranja. Kvantitativne metode prognoziranja temelje se na povijesnim podacima ili razvoju asocijativnih modela, a uporište pronalaze u matematičkim modelima. S druge strane kvalitativne metode se zasnivaju na ljudskom faktoru, a najpoznatija je Delfi metoda. Da bi prognoza bila ispravna i valjana preduvjet su elementi dobre prognoze, prema istraživanju postoji osam elemenata koji su preduvjet za kvalitetnu prognozu. Niti jedna prognoza nije u potpunosti točna i nikada ne može do kraja predvidjeti tijek zbivanja. Cilj svake prognoze je svesti prognostičku pogrešku na minimum. Prognostička pogreška predstavlja razliku između ostvarenog i prognoze, pozitivne pogreške rezultat su preniskih prognoza dok su negativne pogreške rezultat previsokih prognoza. Kako bi prognoziranje bilo postepeno potrebno je provesti svaki od osam koraka koji čine prognoziranje složenim procesom. Spomenutih osam koraka potrebno je provesti redom kako je to prethodno i navedeno, u slučaju preskakanja koraka riskira se kriva prognoza i povećanje vjerojatnosti za pojavom prognostičke pogreške. U poglavlju šest obrađen je primjer vremenske prognoze koji pokazuje sezonalnost u podacima tijekom godišnjih doba, kao i sezonalnost suicida u Srbiji gdje je utvrđeno da je najviše suicida počinjeno u proljeće i ljeto, iz godine u godinu. Zaključno su u šestom poglavlju prikazani slučajevi upotrebe Holt-Winters modela prilikom prognoziranja. U prvom su podaci prognozirani običnim Holt-Winters modelom, u drugom Holt-Winters modelom eksponencijalnog izgladivanja a u trećem Holt-Winters aditivnim modelom. U konačnici je na temelju istraživanja i dostupne literature naveden prijedlog unaprjeđenja pomoću kojeg bi se modificirale metode prognoziranja na temelju sezonskih podataka. Metode prognoziranja danas se uvelike oslanjaju na matematičke modele i složene kompjuterske programe no ljudski faktor i dalje je i prisutan i nezamjenjiv.

## 9.LITERATURA

1. Barković, D. (2001.). *Operacijska istraživanja*, Osijek: Ekonomski fakultet u Osijeku
2. Barković, D. (1999.). *Uvod u operacijski management*, Osijek: Ekonomski fakultet u Osijeku
3. Bozarth C., Handfield R., (2012) *Introduction to Operations and Supply Chain Management*
4. Briš Alić, M., Grubišić, D., Kaštelan Mrak, M., Martinović, M., Prester, J., Vretenar, N. (2022). *Operacijski menadžment*. Osijek: Rijeka: Split: Zagreb;, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku; Sveučilište u Rijeci; Sveučilište u Splitu; Sveučilište u Zagrebu
5. Chopra, S. & Meindl, P., (2015), *Supply Chain Management : Strategy, Planing, and Operation*, 6th Edition, New Yersey: Pearson,.
6. Dunković, D. (2015). *Poslovno upravljanje u trgovini*. Zagreb: Ekonomski fakultet u Zagrebu
7. Eret L., (2017) *Neka razmatranja o primjeni Delfi metode u kvalitativnim istraživanjima odgoja i obrazovanja*, Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/file/275500> [pristupljeno 25.06.2023.]
8. Heizer J., Render B., Munson C., (2016), *Operations management Sustainability and Supply Chain Management*, 12th Edition, New Yersey: Pearson.
9. Hyndman R. J., Athanasopoulos G., (2014) *Forecasting: Principles and Practice*
10. Kožica A., (2022) *Statistički modeli prognoziranja poslovnih prihoda na primjeru Atlantic Grupe d.d.* ,Osijek: Ekonomski fakultet u Osijeku
11. Lysons K., Farrington B., (2016) *Procurement & Supply Chain Management*, 9th Edition, Philadelphia: Trans-Atlantic Publ.
12. Mesarić, J., Dujak, D. (2017), *Upravljanje opskrbnim lancima*, Osijek: Ekonomski fakultet u Osijeku

13. Penev g., (2014) *Sezonalnost suicida u Srbiji, 1990.-2012.*, Beograd: Institut društvenih znanosti
14. Pilinkiene V., (2008) *Market Demand Forecasting Models and their Elements in the Context of Competitive Market*, Dostupno na: [https://www.researchgate.net/publication/289069653\\_Market\\_Demand\\_Forecasting\\_Models\\_and\\_their\\_Elements\\_in\\_the\\_Context\\_of\\_Competitive\\_Market](https://www.researchgate.net/publication/289069653_Market_Demand_Forecasting_Models_and_their_Elements_in_the_Context_of_Competitive_Market) [pristupljeno 25.06.2023.]
15. Pinterović A., (2021) *Predviđanje potražnje u praksi*, Osijek: Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
16. Radojičić V., Mitrović S., (2019) *Prognostiranje internet prometa primjenom Holt-Winters metode*, Dostupno na: <https://postel.sf.bg.ac.rs/simpozijumi/POSTEL2019/RADOVI%20PDF/Telekomunikacioni%20saobracaj.%20mreze%20i%20servisi/3-Radojicic-Mitrovic.pdf> [pristupljeno: 08.09.2023.]
17. Russel R.S. i Taylor B. (2011) *Operations Management: Creating Value Along the Supply Chain.*, 7th edition. Wiley&Sons
18. Stevenson W. J., (2014) *Operations Management*, 12th Edition, New York: McGrawHill Education
19. Visković I., (2015) Mogućnost primjene Delfi metode u pedagoškim istraživanjima, Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/file/261246> [pristupljeno 25.06.2023.]



## **10. POPIS SLIKA**

|  |    |
|--|----|
| Slika 1. Dijagram toka za prognostički Delfi.....                                    | 7  |
| Slika 2. Tijek provedbe Delfi istraživanja.....                                      | 9  |
| Slika 3. Temperaturne vremenske serije u razdoblju od devet godina .....             | 27 |
| Slika 4. Indeks dnevnog prosjeka samoubojstava u Srbiji .....                        | 28 |
| Slika 5. Karakteristike sezonalosti u vremenskim serijama.....                       | 30 |
| Slika 6. Vrijednost parametara izgladivanja i rezultati testova pouzdanosti.....     | 31 |
| Slika 7. Prognoziranje Holtovim modelom linearnog eksponencijalnog izgladivanja..... | 33 |
| Slika 8. Prognoziranje Holt-Wintersovim aditivnim modelom.....                       | 35 |

## **12.POPIS KRATICA**

MRTG (The Multi Router Traffic Grapher)

SNMP (Simple Networking Management Protocol)

MSE (Mean squared error)

MAE (Apsolute error)

MAPE (Apsolute Percentage error)