

# PRIMJENA MODERNE TEORIJE PORTFELJA NA ISPITIVANJE UTJECAJA PANDEMIJE COVID-19 NA TRŽIŠTA KAPITALA ZEMALJA EUROPSKE UNIJE

---

Rupić, Anton

Master's thesis / Diplomski rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split, Faculty of economics Split / Sveučilište u Splitu, Ekonomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:124:447970>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-06**

Repository / Repozitorij:

[REFST - Repository of Economics faculty in Split](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



**SVEUČILIŠTE U SPLITU  
EKONOMSKI FAKULTET**

**DIPLOMSKI RAD**

**PRIMJENA MODERNE TEORIJE PORTFELJA  
NA ISPITIVANJE UTJECAJA PANDEMIJE  
COVID-19 NA TRŽIŠTA KAPITALA ZEMALJA  
EUROPSKE UNIJE**

**Mentor:**

**Prof. dr. sc. Branka Marasović**

**Student:**

**Anton Rupić**

**Split, srpanj 2022.**

## SADRŽAJ:

<b>1. UVOD.....</b>	<b>3</b>
1.1. Problem istraživanja .....	3
1.2. Predmet istraživanja .....	8
1.3. Istraživačke hipoteze .....	8
1.4. Ciljevi istraživanja .....	8
1.5. Metode istraživanja.....	9
1.6. Struktura rada .....	9
1.7. Doprinos istraživanja .....	10
<b>2. MODERNA TEORIJA PORTFELJA .....</b>	<b>11</b>
2.1. Pojam moderne teorije portfelja.....	11
2.2. Osnovni koncepti moderne teorije portfelja .....	13
2.3. Efikasna granica.....	17
2.4. Odabir optimalnog portfelja iz efikasnog skupa.....	18
2.5. Kritike MV modela .....	19
<b>3. RIZIČNA VRIJEDNOST I UVJETNA RIZIČNA VRIJEDNOST .....</b>	<b>21</b>
3.1. Kratka povijest rizične vrijednosti .....	21
3.2. Pojam rizične vrijednosti .....	22
3.3. Modeli za izračun rizične vrijednosti .....	23
3.3.1. Povijesna simulacija.....	23
3.3.2. Metoda varijance i kovarijance .....	25
3.3.3. Monte Carlo simulacija .....	25
3.4. Uvjetna rizična vrijednost.....	26
<b>4. UTJECAJ PANDEMIJE COVID-19 NA GOSPODARSTVA I GLAVNE BURZOVNE INDEKSE ODABRANIH ZEMALJA EUROPSKE UNIJE</b>	<b>28</b>
4.1. Razvoj pandemije i kretanje BDP-a u promatranim zemljama .....	28
4.2. Kretanje glavnih burzovnih indeksa promatranih zemalja Europske unije .....	30
<b>5. ANALIZA UTJECAJA PANDEMIJE COVID-19 NA TRŽIŠTA KAPITALA ODABRANIH ZEMALJA EUROPSKE UNIJE .....</b>	<b>32</b>
5.1. Ispitivanje normalnosti distribucija prinosa dionica na promatranim tržištima ..	32
5.1.1. Ispitivanje normalnosti distribucija prinosa dionica na njemačkom tržištu .....	32
5.1.2. Ispitivanje normalnosti distribucija prinosa dionica na španjolskom tržištu .....	34
5.1.3. Ispitivanje normalnosti distribucija prinosa dionica na francuskom tržištu .....	35
5.1.4. Ispitivanje normalnosti distribucija prinosa dionica na talijanskom tržištu.....	37

<b>5.2. Analiza utjecaja pandemije Covid-19 na njemačko tržište kapitala .....</b>	<b>39</b>
<b>5.3. Analiza utjecaja pandemije Covid-19 na španjolsko tržište kapitala .....</b>	<b>42</b>
<b>5.4. Analiza utjecaja pandemije Covid-19 na francusko tržište kapitala.....</b>	<b>44</b>
<b>5.5. Analiza utjecaja pandemije Covid-19 na talijansko tržište kapitala.....</b>	<b>47</b>
<b>5.6. Usporedba utjecaja pandemije Covid-19 na promatrana tržišta kapitala.....</b>	<b>50</b>
<b>6. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>52</b>
<b>LITERATURA .....</b>	<b>53</b>
<b>POPIS TABLICA.....</b>	<b>59</b>
<b>SAŽETAK .....</b>	<b>61</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>61</b>

# 1. UVOD

## 1.1. Problem istraživanja

Subjekti na tržištu kapitala prilikom formiranja portfelja moraju odabrati u koje vrijednosnice će uložiti i koliki udio svojih sredstava će uložiti u pojedinu vrijednosnicu. Činjenica da na tržištu kapitala postoji izrazito velik broj različitih financijskih instrumenata čini ovaj izbor velikim izazovom.

Do pojave moderne teorije portfelja, svijetom financija je dominirala tradicionalna teorija portfelja prema kojoj bi ulagač svoju odluku o izboru vrijednosnica trebao temeljiti isključivo na očekivanom prinosu, a za eliminiranje rizika je dovoljno samo uložiti u što veći broj različitih vrijednosnica. Tradicionalna teorija portfelja nije prepoznala važnost razmatranja korelacije između vrijednosnica (Lekovic, 2021)

Članak američkog ekonomista Harrya Maxa Markowitza pod nazivom Portfolio Selection, objavljen 1952. godine u časopisu The Journal of Finance, se smatra začetkom moderne teorije portfelja. Markowitzev model, koji se često naziva i MV model, predstavlja prvi matematički model za selekciju optimalne kombinacije vrijednosnica u uvjetima neizvjesnosti. Markowitzev model je postavio temelje mnogim drugim konceptima i dostignućima u financijskoj teoriji, među kojima su i rizična vrijednosti te model za vrednovanje kapitalne imovine. O važnosti njegova rada najbolje govori to što mu je za razvoj ove teorije dodijeljena Nobelova nagrada.

H. M. Markowitz je kvantificirao razliku između rizika pojedinih financijskih instrumenata sadržanih u portfelju i rizika portfelja kao cjeline. Pokazao je da rizik portfelja proizlazi iz kovarijance individualnih vrijednosnica od kojih se portfelj sastoji. Prema tome, granični doprinos nekog vrijednosnog papira varijanci prinosa portfelja jednak je kovarijanci prinosa tog vrijednosnog papira i prinosa portfelja, a ne varijanci te vrijednosnice. Dakle, Markowitz je ustanovio da rizik portfelja može biti niži od prosječnog rizika vrijednosnica uključenih u portfelj i tako kvantitativno dokazao kako diverzifikacija doprinosi smanjenju rizika (Amenc i Le Sourd, 2003).

Moderna teorija portfelja se temelji na maksimizaciji korisnosti ulagača. Ulagačeva korisnost je funkcija rizika, tj. standardne devijacije prinosa portfelja i očekivanog prinosa portfelja. Rizik umanjuje ulagačevu korisnost, a veći očekivani prinos će rezultirati povećanjem korisnosti. Dakle, racionalan i riziku nesklon ulagač bi trebao u razmatranje uzeti samo one portfelje koji

imaju najveći mogući očekivani prinos za određenu razinu rizika ili najmanju moguću razinu rizika za određenu razinu očekivanog prinosa.

Prepreku praktičnoj primjeni MV modela je predstavljala potreba računanja velikog broja parametara, stoga je veća primjena tog modela uslijedila tek kada je došlo do značajnog poboljšanja računalne memorije i brzine rada računala (Aljinović, Marasović i Šego, 2011).

MV model se najčešće kritizira zbog korištenja varijance kao mjere rizika. Naime, varijanca je primjerena mjera rizika samo ako prinosi dionica koje čine portfelj slijede normalnu distribuciju. Međutim, brojna empirijska istraživanja su pokazala da to često nije slučaj. U nastavku će se prezentirati neka istraživanja koja se bave oblikom distribucije prinosa vrijednosnica.

Kon (1984) dolazi do rezultata da kombinacija normalnih distribucija najbolje opisuje dnevne prinose 30 dionica indeksa Dow Jones Industrial Average u razdoblju od 31. prosinca 1980. do 2. srpnja 1982.

Aparicio i Estrada (1997) u svom radu analiziraju dnevne prinose dionica s trinaest europskih tržišta u razdoblju od 1. siječnja 1990. do 31. prosinca 1994. Navode da distribucije prinosa na svim promatranim tržištima značajno odstupaju od normalne distribucije. Na nekim tržištima distribucije prinosa su bile desnostrano asimetrične, a na nekima su bile lijevostrano asimetrične. Međutim, na svim tržištima su distribucije prinosa imale šiljastiji vrh u odnosu na normalnu distribuciju. Upućuju i na činjenicu da se skalirana t-distribucija najbolje podudara s empirijskim distribucijama na najvećem broju analiziranih tržišta. Također, zaključuju da pretpostavljanje normalne distribucije vodi podcjenjivanju vjerojatnosti pojave ekstremnih gubitaka i dobitaka te da, za razliku od dnevnih, mjesečni prinosi slijede normalnu distribuciju.

Egan (2007) otkriva da dnevni prinosi indeksa S&P 500 u razdoblju od 1950. do 2005. godine ne slijede normalnu distribuciju i također utvrđuje da se t-distribucija bolje podudara s empirijskom distribucijom.

Ipak, istraživanje Marasović (2016) je pokazalo da tjedni prinosi svih dionica uključenih u indeks CROBEX10 prate normalnu distribuciju.

U slučajevima kada prinosi vrijednosnica ne prate normalnu distribuciju, preporučljivo je koristiti alternativne mjere rizika kao što su rizična vrijednost i uvjetna rizična vrijednost (Marasović i Šego, 2006). U nastavku će se prezentirati neka istraživanja u kojima su analizirani modeli za selekciju optimalnog portfelja koji koriste alternativne mjere rizika.

Konno i Yamazaki (1991) uspoređuju Markowitzev model i model optimizacije koji koristi srednje apsolutno odstupanje kao mjeru rizika koristeći povijesne podatke za 225 dionica indeksa NIKKEI 225, glavnog dioničkog indeksa tokijske burze. Zaključuju da su efikasni portfelji dobiveni tim modelom vrlo slični portfeljima dobivenim primjenom MV modela. Ističu kako model optimizacije koji koristi srednje apsolutno odstupanje kao mjeru rizika može predstavljati bolju alternativu MV modelu zbog jednostavnijeg izračuna.

Hafsa (2015) provodi istraživanje na temelju dnevnih prinosa 20 dionica s francuskog tržišta i zaključuje da model s uvjetnom rizičnom vrijednošću kao mjerom rizika daje bolje rezultate od MV modela kada prinosi nisu normalno distribuirani.

Giorgi (2002) provodi istraživanje na temelju 252 dnevna prinosa 19 dionica švicarskog tržišnog indeksa i dolazi do zaključka da primjena modela koji se temelji na uvjetnoj rizičnoj vrijednosti kao mjeri rizika daje slične rezultate kao i primjena Markowitzevog modela.

Hoe, Hafizah i Zaidi (2010) analiziraju više različitih modela na temelju mjesečnih prinosa 54 dionice kualalumpurskog tržišta u razdoblju od siječnja 2004. do prosinca 2007. i otkrivaju da se model koji koristi minimalni prinos kao mjeru rizika pokazao najboljim, a MV model najlošijim. Kao i Konno i Yamazaki (1991), navode da model sa srednjim apsolutnim odstupanjem kao mjerom rizika daje vrlo slične rezultate kao i Markowitzev model.

Škarica (2017) provodi izračun efikasnih granica na slovenskom, srbijanskom i hrvatskom tržištu i uočava da se, pri većim vrijednostima rizika, efikasni portfelji dobiveni primjenom modela koji koristi donju polu-varijancu kao mjeru rizika sastoje od manjeg broja dionica u odnosu na portfelje dobivene primjenom MV modela.

U ovom radu će se kao mjera rizika uz standardnu devijaciju koristiti i rizična vrijednost te uvjetna rizična vrijednost. Rizična vrijednost (Value at Risk ili VaR) je jedna od najpopularnijih mjera rizika u svijetu financija. Pomoću jednog broja izražava rizik kojem je izložena određena pozicija, portfelj, financijska institucija ili korporacija. Tri glavna modela izračuna rizične vrijednosti su: povijesna simulacija, metoda varijance i kovarijance te Monte Carlo simulacija. Za razliku od metode varijance i kovarijance, povijesna simulacija i Monte Carlo simulacija se ne oslanjaju na pretpostavku da prinosi portfelja prate određenu teorijsku distribuciju.

Kupiec (1995) tvrdi da rizična vrijednost izračunata primjenom metode varijance i kovarijance bolje procjenjuje rizik u odnosu na rizičnu vrijednost izračunatu primjenom povijesne metode.

Međutim, Hendrics (1996) utvrđuje da se metoda varijance i kovarijance, pri većim razinama pouzdanosti, pokazala lošijom u odnosu na povijesnu metodu te ukazuje na to je VaR manje reprezentativan pri razini pouzdanosti od 99%.

Jackson, Maude i Perraudin (1997) također zaključuju da je povijesna metoda bolja u odnosu na metodu varijance i kovarijance. Ističu kako je uzrok tome činjenica da distribucije prinosa imaju deblje repove, tj. veći broj ekstremnih vrijednosti u odnosu na normalnu distribuciju.

Ammann i Reich (2001) dolaze do zaključka da Monte Carlo simulacija bolje procjenjuje rizik u odnosu na metodu varijance i kovarijance kada opcije imaju veliki udio u portfelju. Otkrivaju i da se Monte Carlo simulacija pokazala kao bolja metoda pri većim razinama pouzdanosti i duljim vremenskim razdobljima.

Uvjetna rizična vrijednost predstavlja očekivanu vrijednost gubitaka koji premašuju rizičnu vrijednost. Za razliku od VaR-a, CVaR zadovoljava uvjet subaditivnosti. Također, proces optimizacije je znatno jednostavniji kada se umjesto VaR-a koristi CVaR.

U posljednje dvije godine svijet se suočava sa pandemijom Covid-19. Usporavanje gospodarstva uzrokovano mjerama za suzbijanje pandemije i neizvjesnost vezana za pandemiju su značajno utjecali na tržišta kapitala.

Prvi slučaj koronavirusa je zabilježen 31. prosinca 2019. u kineskom gradu Wuhan. Ubrzo nakon toga virus se proširio po cijelom svijetu. Nakon Azije, Europa je bila prvi kontinent snažnije pogođen novom bolešću. Prvi službeni slučaj koronavirusa u Europi je zabilježen 24. siječnja 2020. u Francuskoj. Šest tjedana od tada, prvi slučajevi zaraze su se pojavili i u Bugarskoj, Malti i Cipru, do tada jedinicama Europske unije koje nisu zabilježile slučajeve zaraze i broj aktivnih slučajeva se udvostručavao svaka tri dana (Europski centar za sprečavanje i kontrolu bolesti, 2020). Svjetska zdravstvena organizacija je 13. ožujka 2020. Europu proglasila epicentrom pandemije. Naime, Europa je tada imala veći broj novih slučajeva i umrlih nego cijeli svijet zajedno (Svjetska zdravstvena organizacija, 2020).

Kako bi spriječile širenje pandemije, članice Europske unije uvode mjere kao što su: zabrana javnih okupljanja, ograničavanje slobode kretanja, zatvaranje ugostiteljskih objekata i uvođenje nastave na daljinu. Zbog uvođenja restriktivnih mjera i neizvjesnosti vezane za daljnji razvoj pandemije, dolazi do velikog pada osobne potrošnje. Iz navedenog razloga zemlje Europske unije ulaze u recesiju.



Panika na europskim tržištima kapitala je nastala 24. veljače 2020., kada je postalo očito da pandemija koronavirusa neće ostati izolirana u Kini, i došlo je do oštrog pada na europskim tržištima dionica jer su mnogi ulagači svoja sredstva realocirali u zlato i državne obveznice (Hussain, 2020).

Al-Awadhi et al. (2020) analiziraju prinose dionica uključenih u glavne indekse burzi u Hong Kongu i Šangaju i utvrđuju da dnevni rast ukupnog broja potvrđenih slučajeva i dnevni rast umrlih negativno utječu na prinose dionica. Također, tvrde da prethodno spomenute varijable imaju jači negativan utjecaj na dionice kompanija s većom tržišnom kapitalizacijom te da su IT sektor i sektor proizvodnje medicinske opreme najmanje pogođeni pandemijom.

Albulescu (2020) otkriva da novi slučajevi zaraze izvan Kine uzrokuju povećanje volatilnosti na financijskim tržištima, ali novi slučajevi u Kini gotovo i da nemaju utjecaj na volatilnost. Zaključuje da stopa smrtnosti značajno utječe na volatilnost i da stopa smrtnosti izvan Kine ima veći utjecaj u odnosu na stopu smrtnosti u Kini. Tvrde i da povećanje broja zemalja pogođenih virusom uzrokuje povećanje volatilnosti.

Mohsin, Nafis i Syed (2020) su zaključili da je europsko tržište dionica najteže pogođeno pandemijom te su kao mogući uzrok naveli veliku medijsku popraćenost pandemije. Suprotno očekivanjima, otkrili su da je volatilnost na europskim tržištima dostigla vrhunac s vremenskim odmakom u odnosu na početak širenja zaraze u Europi.

Fernandez-Perez et al. (2020) istražuju utjecaj nacionalnih kultura na tržišta kapitala tijekom epidemije i zaključuju da su tržišta kapitala zemalja s kulturom koju odlikuju kolektivizam i averzija riziku zabilježila veći pad prinosa i porast volatilnosti.

Harjoto et al. (2021) dolaze do istog zaključka kao i Al-Awadhi et al. (2020) o odnosu novih slučajeva zaraze i prinosa dionica. Otkrivaju i da se utjecaj stope smrtnosti na razvijena tržišta i tržišta u nastajanju razlikuje. Naime, stopa smrtnosti od koronavirusa ne utječe na razvijena tržišta, ali utječe na tržišta u nastajanju. Također, ističu kako su stopa smrtnosti i broj novih slučajeva zaraze značajno utjecali na dnevne prinose dionica, volumen trgovanja i volatilnost prije travnja, ali su nakon travnja, kada je došlo do stabilizacije bolesti, značajno utjecali samo na volatilnost.

## 1.2. Predmet istraživanja

Predmet ovog istraživanja je analiza utjecaja pandemije Covid-19 na tržišta kapitala odabranih zemalja Europske unije primjenom moderne teorije portfelja. Zaključak o utjecaju pandemije će se donijeti na temelju usporedbe efikasnih granica te usporedbe rizika (mjenog standardnom devijacijom i rizičnom vrijednosti) i prinosa dionica španjolskog, njemačkog, francuskog i talijanskog tržišta kapitala u razdoblju prije i za vrijeme pandemije Covid-19.

## 1.3. Istraživačke hipoteze

U empirijskom dijelu rada će se testirati sljedeće hipoteze:

**H1: Prinosi dionica europskih tržišta kapitala za vrijeme pandemije Covid-19 nisu normalno distribuirani, stoga je rizična vrijednost bolja mjera rizika od varijance u tom razdoblju.**

Brojna istraživanja (Kon, 1984) (Aparicio i Estrada, 1997) (Egan, 2007) pokazuju da prinosi dionica ne slijede normalnu distribuciju, a razumno je očekivati da će ekstreman događaj kao što je pandemija uzrokovati još veće odstupanje od normalne distribucije nego što je uobičajeno. Za testiranje normalnosti distribucija prinosa će se koristiti Kolmogorov-Smirnov test. Provest će se i analiza mjera asimetrije i zaobljenosti.

**H2: Pandemija Covid-19 je uzrokovala povećanje rizika dionica na tržištima kapitala zemalja Europske unije**

Ova hipoteza će se testirati usporedbom standardnih devijacija i rizičnih vrijednosti dionica španjolskog, njemačkog, francuskog i talijanskog tržišta prije pandemije i za vrijeme pandemije.

**H3: Efikasni portfelji nakon pojave pandemije u Europskoj uniji su rizičniji u odnosu na efikasne portfelje prije pandemije za istu razinu prinosa.**

Ova hipoteza će se testirati usporedbom efikasnih granica u razdoblju prije pandemije i razdoblju tijekom pandemije Covid-19.

## 1.4. Ciljevi istraživanja

Glavni cilj ovog rada je utvrditi smjer pomaka efikasnih granica na odabranim tržištima kapitala, koji je uzrokovala pandemija Covid-19. Također, donijet će se zaključak o utjecaju

pandemije na rizik kojem su izloženi ulagači na europskim tržištima na temelju usporedbe rizika dionica prije i nakon pojave pandemije u Europi. Izvršit će se i testiranje pretpostavke da su prinosi dionica normalno distribuirani kako bi se utvrdila primjerena mjera rizika.

### **1.5. Metode istraživanja**

Metoda kompilacije će se primijeniti s ciljem iznošenja rezultata relevantnih istraživanja. Deskriptivna metoda će se koristiti u opisivanju temeljnih pojmova moderne teorije portfelja, MV modela, rizične vrijednosti, uvjetne rizične vrijednosti i kretanja glavnih burzovnih indeksa odabranih tržišta. Metoda komparacije će se koristiti kako bi se usporedile efikasne granice prije i nakon pojave pandemije Covid-19 u Europi te kako bi se usporedile efikasne granice na različitim tržištima kapitala. Na temelju primjene statističkih metoda će se donositi zaključci o distribucijama prinosa dionica, a korištenjem matematičkih metoda će se izračunati efikasne granice. Rezultati izračuna će se prezentirati tablično, a efikasne granice će se prikazati na grafikonima. Za izračun mjera rizika i efikasnih granica će se koristiti softverski program za proračunske tablice Excel i MATLAB. Provođenje testova normalnosti i izračun mjera asimetrije i zaobljenosti će se izvršiti pomoću programskog paketa SPSS.

### **1.6. Struktura rada**

Diplomski rad se sastoji od šest poglavlja.

U uvodnom poglavlju se definiraju predmet i problem istraživanja te objašnjavaju hipoteze i ciljevi istraživanja. U ovom poglavlju se prezentiraju i metode istraživanja te daje pregled strukture rada.

U drugom poglavlju se definiraju temeljni pojmovi moderne teorije portfelja i pojašnjava Markowitzev model za selekciju optimalnog portfelja.

Treće poglavlje uključuje definiciju pojma rizične vrijednosti i izlaganje prednosti i nedostataka rizične vrijednosti. Ovo poglavlje sadrži i opis te navodi prednosti i mane različitih metoda za izračun VaR-a. Također, u trećem poglavlju se definira uvjetna rizična vrijednost te navode prednosti uvjetne rizične vrijednosti.

Usporedba utjecaja pandemije Covid-19 na gospodarstva zemalja Europske unije i analiza kretanja glavnih burzovnih indeksa španjolskog, njemačkog, francuskog i talijanskog tržišta u razdoblju pandemije su sastavni dio četvrtog poglavlja.

U petom poglavlju se prezentira izračun i usporedba mjera rizika i efikasnih granica na pojedinim tržištima prije pandemije i za vrijeme pandemije. Zatim se provodi usporedba promjene odnosa prinosa i rizika efikasnih portfelja različitih tržišta.

U šestom poglavlju se daje pregled najbitnijih zaključaka i rezultata koji su proizašli iz provedenog istraživanja.

### **1.7. Doprinos istraživanja**

Većina dosadašnjih istraživanja utjecaja pandemije Covid-19 na financijska tržišta se fokusirala na analizu utjecaja pandemije na prinose pojedinih dionica i burzovnih indeksa. Ovo istraživanje doprinosi razumijevanju utjecaja pandemije Covid-19 na efikasne granice europskih tržišta. Doprinos ovog rada se očituje i u sistematizaciji literature o modernoj teoriji portfelja, uvjetnoj rizičnoj vrijednosti i rizičnoj vrijednosti. Analiza distribucija prinosa dionica s tržišta kapitala zemalja članica Europske unije također predstavlja doprinos ovog istraživanja.

## 2. MODERNA TEORIJA PORTFELJA

### 2.1. Pojam moderne teorije portfelja

Ulaganje u više različitih vrijednosnica, tj. diversifikacija, je bila uobičajena praksa i prije pojave moderne teorije portfelja (Markowitz, 1999). Međutim, primjenjivala se naivna ili jednostavna diversifikacija. Jednostavna diversifikacija predstavlja pokušaj smanjena rizika portfelja povećavanjem broja vrijednosnica u portfelju ne uzimajući u obzir korelacije između vrijednosnica. Naime, vjerovalo se da rizik portfelja ovisi isključivo o broju vrijednosnica u portfelju. Prema tome, ulaganjem u dovoljno velik broj različitih vrijednosnica je moguće u potpunosti ukloniti rizik portfelja. Drugim riječima, vjerovalo se da se primjenom diversifikacije koja se temelji na zakonu velikih brojeva može postići da očekivani prinos portfelja bude jednak stvarnom prinosu (Lekovic, 2021).

Da diversifikacija može osigurati da se rizik portfelja u potpunosti eliminira, bilo bi moguće formirati portfelj koji ujedno ima i najveći mogući prinos i najmanji mogući rizik. Takav portfelj bi se formirao ulaganjem u dovoljno velik broj vrijednosnica, pri čemu je jedini kriterij za izbor vrijednosnica očekivani prinos. Jednostavna diversifikacija, tj. diversifikacija koje se temelji na zakonu velikih brojeva, pretpostavlja da nema korelacije između prinosa vrijednosnih papira. Međutim, Markowitz (1959) ističe da su prinosi vrijednosnih papira u najvećem broju slučajeva u pozitivnoj korelaciji, ali ne u savršeno pozitivnoj korelaciji. Da su prinosi vrijednosnih papira u savršeno pozitivnoj korelaciji, ne bi bilo moguće umanjiti rizik portfelja diversifikacijom. Zbog činjenice da su prinosi vrijednosnica visoko pozitivno korelirani, ali ne savršeno korelirani, diversifikacijom je moguće smanjiti, ali ne i u potpunosti eliminirati rizik portfelja. Prema tome, nije moguće formirati portfelj koji ujedno ima i najveći mogući prinos i najmanji mogući rizik, već je potrebno pronaći ravnotežu između rizika i prinosa portfelja.

Upravo je pronalaženje ravnoteže između prinosa i rizika temeljna ideja moderne teorije portfelja (Aljinović, Marasović i Šego, 2011). Markowitz (1959) ističe kako ulagači u stvarnosti imaju veći broj kriterija pri izboru portfelja te da se kriteriji razlikuju između ulagača. Međutim, gotovo svi ulagači razmatraju rizik i prinos prilikom donošenja investicijskih odluka.

Važan doprinos Markowitzeve teorije je i ideja da ulagači odluku o izboru vrijednosnica ne bi smjeli temeljiti isključivo na karakteristikama pojedinih vrijednosnica, već da moraju razmotriti i utjecaj svake vrijednosnice na varijancu portfelja, koji ponajviše proizlazi iz kovarijance

vrijednosnice s ostalim vrijednosnicama u portfelju. Uzimanje kovarijanci između vrijednosnica u obzir omogućava formiranje portfelja koji ima isti ili veći očekivani prinos, ali manji rizik u odnosu na portfelj sastavljen ignorirajući kovarijance. Dakle, kako bi se umanjio rizik portfelja, prilikom selekcije vrijednosnica treba voditi računa da stupanj korelacije između vrijednosnica bude što niži (Elton i Gruber, 1997).

Markowitzev model za selekciju optimalnog portfelja ili MV model predstavlja temeljni model moderne teorije portfelja. Ovaj matematički model omogućava pronalaženje portfelja s optimalnim odnosom očekivanog prinosa i varijance portfelja (Aljinović, Marasović i Šego, 2011).

Moderna teorija portfelja i MV model se temelje na sljedećim pretpostavkama (Francis i Kim, 2013; Omisore, Yusuf i Christopher, 2012):

- Ulagači svoje odluke temelje isključivo na prihodu od ulaganja u portfelj i riziku portfelja. Očekivani prinos predstavlja mjeru prihoda od ulaganja u portfelj, a varijanca prinosa se koristi kao mjera rizika.
- Prilikom odabira između jednako rizičnih portfelja, ulagači će odabrati portfelj s većim prinosom. Prilikom odabira između portfelja s jednakim prinosom, ulagači će odabrati onaj s manjim rizikom. Drugim riječima, ulagači su neskloni riziku i preferiraju veći prinos.
- Prinosi vrijednosnica prate normalnu distribuciju.
- Vrijednosti koeficijenata korelacije prinosa vrijednosnica su konstantne.
- Ulagači pri izboru portfelja ne uzimaju u obzir transakcijske troškove i porez.
- Svi ulagači imaju isti vremenski horizont držanja.
- Financijska imovina je neograničeno djeljiva.
- Pojedini ulagači ne mogu samostalno utjecati na tržište kapitala.
- Sve informacije su besplatne i trenutno dostupne svim ulagačima.

## 2.2. Osnovni koncepti moderne teorije portfelja

### 2.2.1. Očekivani prinos portfelja

Izraz za izračun očekivanog prinosa vrijednosnice glasi (Elton et al., 2014):

$$E(R_i) = \sum_{j=1}^N p_j R_j \quad (1)$$

Gdje je:

$p_j$  = vjerojatnost pojave  $j$  – tog prinosa

$R_{j=j}$  – ti prinos

Dakle, očekivani prinos vrijednosnice predstavlja ponderiranu aritmetičku sredinu prinosa vrijednosnice, gdje su ponderi vjerojatnosti pojave pojedinih prinosa. Za korištenje izraza (1) je potrebno procijeniti buduće prinose i vjerojatnosti njihove pojave. Alternativno, očekivani prinos vrijednosnice se može procijeniti na temelju povijesnih stopa prinosa pomoću sljedeće formule (Francis i Kim, 2013):

$$E(R_i) = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T R_{it} \quad (2)$$

Gdje je:

$T$  = ukupan broj opažanih povijesnih prinosa vrijednosnice

$R_{it}$  = prinos vrijednosnice u razdoblju  $t$

Očekivani prinos portfelja predstavlja ponderiranu aritmetičku sredinu očekivanih prinosa pojedinih vrijednosnica u strukturi portfelja, pri čemu su ponderi udjeli pojedinih vrijednosnica u portfelju, to jest (Elton et al., 2014):

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^N X_i E(R_i) \quad (3)$$

Gdje je:

$X_i$  = udio vrijednosnice  $i$  u portfelju

$E(R_i)$  = očekivani prinos vrijednosnice  $i$

### 2.2.2. Varijanca portfelja

Varijanca prinosa vrijednosnice mjeri disperziju prinosa vrijednosnice od očekivanog prinosa. Formula za procjenu varijance vrijednosnice na temelju povijesnih stopa prinosa glasi (Francis i Kim, 2013):

$$\sigma_i^2 = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T (R_{it} - E(R_i))^2 \quad (4)$$

Gdje je:

T = ukupan broj opažanih povijesnih prinosa vrijednosnice

$R_{it}$  = prinos vrijednosnice i u razdoblju t

$E(R_i)$  = očekivani prinos vrijednosnice i

U formuli (4) bi se ukupan broja opažanih povijesnih prinosa trebao umanjiti za 1 jer se radi o procjeni varijance na temelju uzorka, ali za velike uzorke je razlika zanemariva. Varijanca se izražava u mjernim jedinicama varijable na kvadrat, što otežava njenu interpretaciju. Stoga se često koristi standardna devijacija, koja se računa kao pozitivni drugi korijen iz varijance (Francis i Kim, 2013):

$$\sigma(R_i) = \sqrt{\sigma^2(R_i)} \quad (5)$$

Za razliku od varijance, standardna devijacija vrijednosnice (ili portfelja) se izražava u originalnoj mjernoj jedinici prinosa, tj. u postotku.

Kovarijanca prinosa dviju vrijednosnica je dana relacijom (Francis i Kim, 2013):

$$\sigma_{ij} = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T (R_{it} - E(R_i))(R_{jt} - E(R_j)) \quad (6)$$

Gdje je:

T = ukupan broj opažanih povijesnih prinosa vrijednosnica

$R_{it}$  = prinos vrijednosnice i u razdoblju t

$E(R_i)$  = očekivani prinos vrijednosnice i

$R_{jt}$  = prinos vrijednosnice j u razdoblju t

$E(R_j)$  = očekivani prinos vrijednosnice j



Predznak kovarijance prinosa dviju vrijednosnica ukazuje na smjer veze između prinosa tih vrijednosnica. Kovarijanca dviju vrijednosnica je pozitivna kada pad (rast) prinosa jedne vrijednosnice prati pad (rast) prinosa druge vrijednosnice. Ako je kovarijanca negativna, pad (rast) prinosa jedne vrijednosnice prati rast (pad) prinosa druge vrijednosnice.

Za razliku od kovarijance, koeficijent korelacije je standardizirana mjera, što omogućava usporedbu jačine povezanosti različitih parova vrijednosnica. Koeficijent korelacije se dobiva dijeljenjem kovarijance dviju vrijednosnica s umnoškom njihovih standardnih devijacija (Elton et al., 2014):

$$\rho_{ik} = \frac{\sigma_{ik}}{\sigma_i \sigma_k} \quad (7)$$

Gdje je:

$\sigma_{ik}$  = kovarijanca između vrijednosnica i i k

$\sigma_i$  = standardna devijacija vrijednosnice i

$\sigma_k$  = standardna devijacija vrijednosnice k

Vrijednost koeficijenta korelacije se kreće u intervalu od -1 do 1. Kada se prinosi vrijednosnica kreću u suprotnom smjeru, koeficijent korelacije je negativan. Kada se prinosi vrijednosnica kreću u istom smjeru, koeficijent korelacije je pozitivan. Što je veća apsolutna vrijednost koeficijenta korelacije, to je veza između prinosa vrijednosnica jača. Ako ne postoji korelacija između vrijednosnica, koeficijent korelacije iznosi 0.

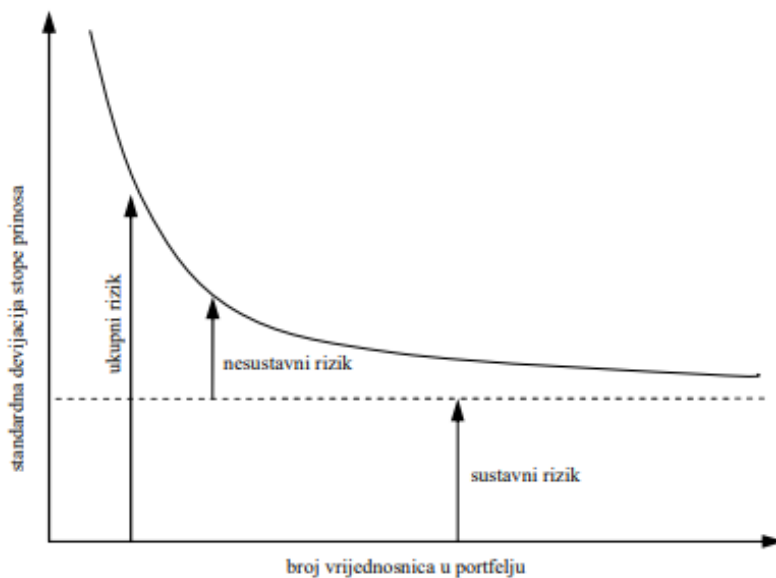
Kovarijanca portfelja koji se sastoji od  $n$  vrijednosnica definira se relacijom (Francis i Kim, 2013):

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n X_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_i X_j \sigma_{ij} \quad (8)$$

Iz izraza (8) se vidi da na varijancu portfelja utječu: udjeli pojedinih vrijednosnica u ukupnoj vrijednosti portfelja, varijance pojedinih vrijednosnica i kovarijance između vrijednosnica. Dakle, rizik portfelja nije jednak prosječnom riziku pojedinih vrijednosnica i kombiniranjem vrijednosnica s ciljem da kovarijance budu što manje je moguće formirati portfelj čiji je rizik manji od rizika pojedinih vrijednosnih papira u portfelju. Navedena strategija kombiniranja vrijednosnica se naziva Markowitzevom diversifikacijom. Što su kovarijance između

vrijednosnica manje, veći je utjecaj diversifikacije na smanjenje rizika portfelja bez obzira na rizik pojedinih vrijednosnica.

Sustavni rizik, odnosno tržišni rizik, koji proizlazi iz makroekonomskih, političkih, društvenih i sličnih promjena nije moguće eliminirati diversifikacijom. Za razliku od sustavnog rizika, nesustavni rizik, tj. rizik određene kompanije ili industrije, je moguće eliminirati diversifikacijom. Prinosi vrijednosnica su uglavnom pozitivno korelirani jer su sve vrijednosnice izložene tržišnom riziku, stoga nije moguće u potpunosti ukloniti rizik portfelja.

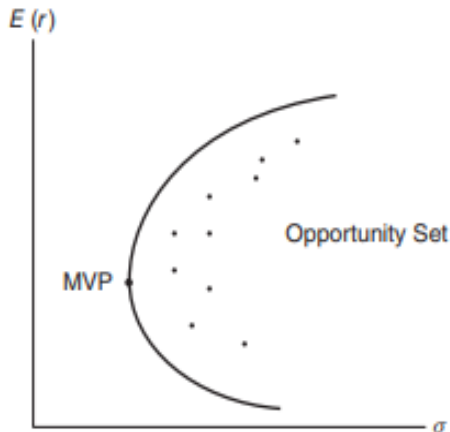


### Slika 1: Sustavni i nesustavni rizik portfelja

Izvor: Tomić-Plazibat, Aljinović i Marasović (2006, str. 29)

Slika 1 prikazuje kako se povećanjem broja vrijednosnica smanjuje rizik portfelja sve dok ne ostane samo sustavni rizik. Drugim riječima, povećanjem broja vrijednosnica varijanca portfelja se približava aritmetičkoj sredini kovarijanci svih parova rizičnih vrijednosnica na tržištu. Iz slike 1 se vidi i da svaka dodatna vrijednosnica sve manje doprinosi smanjenju rizika portfelja.

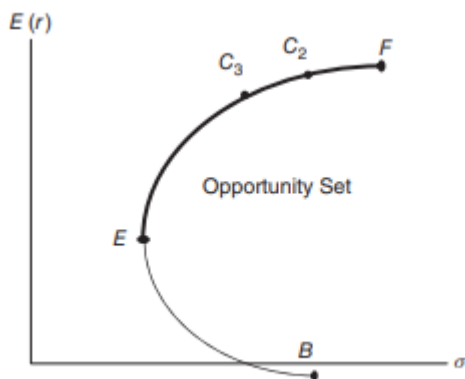
### 2.3. Efikasna granica



**Slika 2: Skup svih mogućih kombinacija vrijednosnica**

Izvor: Francis i Kim (2013, str. 119)

Slika 2 prikazuje skup svih mogućih portfelja. Na rubu prikazanog skupa se nalaze portfelji koji imaju najmanju varijancu za određenu razinu očekivanog prinosa. Skup takvih portfelja se naziva skupom minimalne varijance.



**Slika 3: Efikasna granica i skup minimalne varijance**

Izvor: Francis i Kim (2013, str. 123)

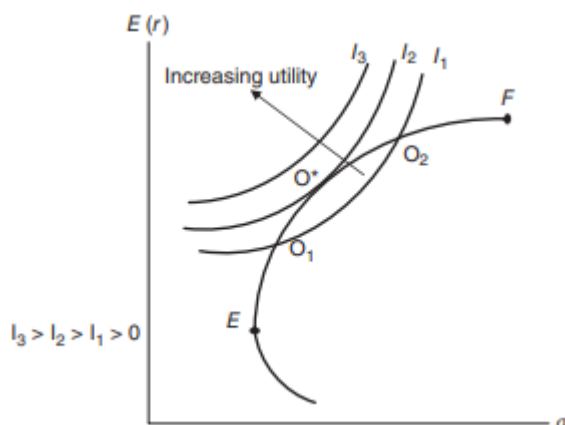
Dakle, na slici 3 skup minimalne varijance predstavlja krivulja BF. Portfelji koji imaju najveći očekivani prinos za određenu vrijednost varijance se nazivaju efikasnim portfeljima u Markowitzevom smislu. Portfelji koji se nalaze na krivulji BE ne mogu se smatrati efikasnim jer za svaki portfelj koji se nalazi na tom dijelu skupa minimalne varijance na krivulji EF postoji portfelj koji je jednako rizičan, a pruža veći prinos. Krivulja EF predstavlja efikasnu granicu ili efikasan skup. Efikasna granica je dio skupa svih mogućih portfelja koji se sastoji od efikasnih portfelja. Donji rubni portfelj efikasne granice (E) je portfelj s najmanjom varijancom. Kada

nije dopuštena kratka prodaja, postoji i gornji rubni portfelj (F), odnosno portfelj s najvećim očekivanim prinosom. Gornji rubni portfelj se najčešće sastoji isključivo od one vrijednosnice koja ima najveći očekivani prinos.

Svaki portfelj na efikasnoj granici se može prikazati kao linearna kombinacija bilo koja druga dva portfelja na efikasnoj granici. Prema tome, kada se pronađu dva portfelja na efikasnoj granici, može se pronaći cijela efikasna granica (Aljinović, Marasović i Šego, 2011).

## 2.4. Odabir optimalnog portfelja iz efikasnog skupa

Portfelji s većim prinosom ujedno nose i veći rizik. Ulagači iz skupa svih efikasnih portfelja biraju optimalni portfelj, tj. portfelj koji im pruža najveću razinu korisnosti. U ovom kontekstu korisnost predstavlja razinu zadovoljstva koju određeni portfelj pruža ulagaču. Markowitz pretpostavlja da je ulagačeva korisnost funkcija rizika i očekivanog prinosa portfelja te da rizik negativno, a očekivani prinos pozitivno utječe na ulagačevu korisnost. Krivulje indiferencije prikazuju sve kombinacije rizika i prinosa koje ulagaču pružaju jednako zadovoljstvo.

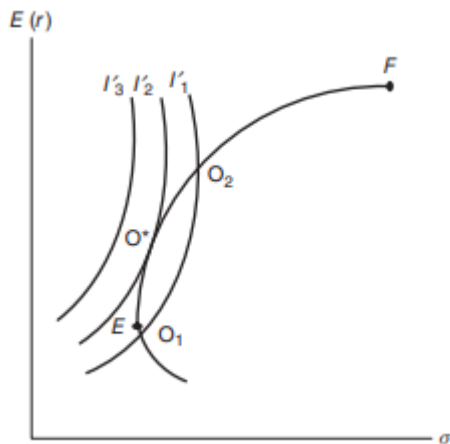


**Slika 4: Izbor optimalnog portfelja**

Izvor: Francis i Kim (2013, str. 126)

Slika 4 prikazuje kako određeni ulagač odabire efikasan portfelj koji mu pruža maksimalnu razinu zadovoljstva. Ulagaču koji je nesklon riziku će rizičniji portfelj pružiti istu razinu zadovoljstva samo ako omogućuje i veći prinos, stoga su krivulje indiferencije takvog ulagača rastuće krivulje. Krivulje indiferencije ulagača koji je nesklon riziku su konkavne jer kako se rizik povećava takvom ulagaču je potreban sve veći rast prinosa da bi ostao na istoj razini zadovoljstva. Krivulja indiferencije  $I_3$  predstavlja višu razinu zadovoljstva u odnosu na krivulju  $I_2$ , a krivulja  $I_2$  prikazuje višu razinu zadovoljstva u odnosu na krivulju  $I_1$ . Ulagač će odabrati

efikasan portfelj koji se nalazi na najudaljenijoj krivulji indiferencije. Na slici 4 portfelj koji zadovoljava taj uvjet predstavlja točka  $O^*$ . Ulagrač neće odabrati portfelje  $O_1$  i  $O_2$  jer mu pružaju manju razinu zadovoljstva u odnosu na portfelj  $O^*$ . Ne postoje portfelji koji ulagaču pružaju razinu zadovoljstva koju prikazuje krivulja  $I_3$ . Dakle, optimalni portfelj ( $O^*$ ) predstavlja točka u kojoj krivulja indiferencije tangira efikasnu granicu (Francis i Kim, 2013).



**Slika 5: Optimalni portfelj ulagača koji je vrlo nesklon riziku**

Izvor: Francis i Kim (2013, str. 126)

Ulagračev izbor portfelja ovisi o stupnju njegove averzije prema riziku. Naime, što je ulagačeva nesklonost riziku izraženija, to je njegova krivulja indiferencije strmija. Iz slike 5 se vidi da je potrebno veliko povećanje prinosa kako bi ulagač koji je vrlo nesklon riziku ostao na istoj razini zadovoljstva kada dođe do povećanja rizika. Optimalni portfelj takvog ulagača će biti manje rizičan, ali će i pružati manji prinos.

## 2.5. Kritike MV modela

Markowitzev model se najčešće kritizira zbog korištenja varijance kao mjere rizika. Naime, varijanca uzima u obzir i pozitivna odstupanja od očekivanog prinosa. Međutim, ulagači smatraju prinose koji su veći od očekivanog prinosa poželjnima. Prema tome, varijanca je prikladna mjera rizika samo ako je distribucija prinosa simetrična. Ako prinosi slijede normalnu distribuciju ili neku drugu simetričnu distribuciju, disperzija prinosa iznad očekivanog prinosa je jednaka disperziji prinosa ispod očekivanog prinosa. U tom slučaju je svejedno hoće li se koristiti varijanca ili mjera koja uzima u obzir samo prinose koji su manji od očekivanog ili nekog ciljnog prinosa, tj. donja parcijalna mjera rizika. Međutim, brojna istraživanja su

pokazala da su distribucije prinosa najčešće asimetrične i da imaju deblje repove u odnosu na normalnu distribuciju. U tom slučaju donje parcijalne mjere rizika predstavljaju bolji izbor (Marasović, 2016). Uvjetna rizična vrijednost i rizična vrijednost su donje parcijalne mjere rizika koje će se koristiti u ovom radu. Rizična vrijednosti i uvjetna rizična vrijednost su objašnjene u sljedećem poglavlju. Bitno je napomenuti da temeljni principi Markowitzve teorije vrijede bez obzira na to koja mjera rizika se koristi.

Nedostatak MV modela je i to što se temelji na pretpostavci da je izbor optimalnog portfelja jednokratna odluka. Naime, u praksi ulagači mijenjaju strukturu portfelja kada dođe do značajne promijene na tržištu kapitala.

### 3. RIZIČNA VRIJEDNOST I UVJETNA RIZIČNA VRIJEDNOST

#### 3.1. Kratka povijest rizične vrijednosti

Iako je do široke primjene rizične vrijednosti došlo tek devedesetih godina, teorijska osnova nekih od modela za izračun te mjere rizika je iznesena već u sklopu moderne teorije portfelja. Sedamdesetih godina prošlog stoljeća je došlo do pojave velikog broja novih vrijednosnih papira i do porasta obujma trgovanja na financijskim tržištima. U isto vrijeme je došlo i do liberalizacije i otvaranja nacionalnih financijskih tržišta i povećanja međunarodne trgovine financijskim instrumentima. Navedene promjene na financijskim tržištima su dovele do toga da mnogo financijskih institucija, ali i ostalih tvrtki, posjeduje jako velike portfelje koji sadrže najrazličitije oblike financijskih instrumenata. Zbog velikog broja financijskih instrumenata i kompleksnosti nekih od tih instrumenata postalo je teško utvrditi visinu rizika kojem su izloženi portfelji i postojala je potreba za mjerom rizika koja pomoću samo jednog broja prikazuje rizik portfelja kao cjeline (Linsmeier i Pearson, 1996).

Tijekom sedamdesetih i osamdesetih godina velike financijske institucije su radile na razvoju modela za izračun rizične vrijednosti kako bi poboljšale upravljanje vlastitim rizicima, ali i s ciljem da prodaju te modele drugim financijskim institucijama koje nisu u mogućnosti razviti vlastite modele. RiskMetrics je jedan od najpoznatijih modela za izračun rizične vrijednosti. Američka banka JP Morgan je razvila taj model i 1994. godine ga javna objavila zajedno s podacima koji su nužni za njegovo korištenje te je time je značajno doprinijela široj primjeni VaR-a. Široj primjeni rizične vrijednosti doprinijelo je i povećanje svijesti o važnosti adekvatne menadžerske kontrole nad rizikom zbog niza korporativnih skandala. Naime, početkom devedesetih godina niz korporacija je ostvario velike gubitke jer su pojedini zaposlenici tvrtke izložili velikom riziku bez znanja nadređenih (Dowd, 1998).

Ubrzo su i regulatori prepoznali korisnost VaR-a. Bazelski odbor za nadzor banaka je 1995. godine dopustio bankama da koriste vlastite VaR modele pri određivanju iznosa kapitala kojeg su dužne odvojiti kako bi pokrile neočekivane gubitke. Iste godine je američka Komisija za burzu i vrijednosnice (SEC) odredila da su korporacije s tržišnom kapitalizacijom većom od 2,5 milijarde dolara obavezne prikazati rizičnu vrijednost u svojim financijskim izvještajima (Linsmeier i Pearson, 1996).

### 3.2. Pojam rizične vrijednosti

Rizična vrijednost (Value at Risk ili VaR) je statistička mjera rizika ulaganja koja prikazuje najveći predviđeni gubitak u određenom vremenskom razdoblju uz određenu razinu pouzdanosti. Dakle, rizičnu vrijednost definiraju razina pouzdanosti i vremensko razdoblje (Aljinović, Marasović i Šego, 2011). Izbor veće razine pouzdanosti će, naravno, rezultirati većom rizičnom vrijednošću. Također, VaR je veći što je razdoblje za koje se računa dulje jer je raspon varijacije prinosa veći u duljim razdobljima. VaR u razdoblju od  $t$  dana je otprilike  $\sqrt{t}$  puta veći od VaR-a u razdoblju od jednog dana. Dakle, u izračunu je potrebno koristiti iste vrijednosti parametara kako bi se mogle usporediti rizične vrijednosti različitih portfelja (Linsmeier i Pearson, 1996). VaR se može izraziti u valuti ili kao postotak tržišne vrijednosti imovine.

Razina pouzdanosti se najčešće kreće u intervalu od 90% do 99%. Menadžeri koji su neskloni riziku preferiraju veće razine pouzdanosti ako se VaR koristi za određivanje tvrtkinog kapitala. Međutim, teško je testirati koliko dobro rizična vrijednost uz veliku razinu pouzdanosti procjenjuje rizik. Izbor vremenskog razdoblja ovisi o učestalosti trgovanja poslovnog subjekta. Prema tome, financijske institucije najčešće računaju dnevne rizične vrijednosti, a nefinancijske kompanije koriste dulja razdoblja. Prilikom odabira vremenskog razdoblja treba uzeti u obzir i likvidnost imovine čiji se rizik procjenjuje. Također, VaR se temelji na pretpostavci da neće doći do promijene u strukturi portfelja u razdoblju za koje se računa ta mjera rizika. Odabir kraćeg razdoblja povećava opravdanost te pretpostavke (Dowd, 1998).

Rizičnu vrijednost najčešće koriste financijske institucije kako bi utvrdile minimalni iznos kapitala kojim moraju raspolagati da mi mogle pokriti svoju izloženost rizicima. Što je imovina rizičnija, veći je iznos vlastitih sredstava s kojima financijska institucija mora raspolagati. Također, menadžment može koristiti rizičnu vrijednost kako bi definirao prihvatljivu razinu rizika na razini organizacije. Korištenje VaR-a pridonosi informiranosti menadžmenta o razini rizika kojem je poduzeće izloženo i učinkovitijem upravljanju rizicima. VaR omogućava usporedbu rizika različitih investicijskih projekata, stoga se može koristiti i prilikom izbora najboljeg investicijskog projekta.

Rizična vrijednost omogućava mjerenje i usporedbu rizika različitih vrsta imovine. Prednost VaR-a je i to što uzima u obzir koeficijente korelacije između faktora rizika. VaR portfelja koji se sastoji od visoko pozitivno koreliranih vrijednosnica je veći u odnosu na VaR dobro



diversificiranog portfelja. Također, iako je VaR izvorno namijenjen mjerenju tržišnog rizika, može se koristiti i za mjerenje drugih vrsta rizika.

Međutim, rizična vrijednosti ima i određene nedostatke. Svi modeli za izračun rizične vrijednosti u određenoj mjeri koriste povijesne podatke, a uvijek postoji mogućnost da će neki neočekivani događaj u budućnosti bitno promijeniti uvjete na tržištu kapitala. Stoga bi se, uz rizičnu vrijednost, za procjenu rizika trebale koristiti i analiza scenarija te analiza osjetljivosti. Nedostatak rizične vrijednosti je i to što se svi modeli za izračun rizične vrijednosti oslanjaju na pretpostavke, koje možda nisu opravdane. Također, rizična vrijednost lošije procjenjuje rizik u duljim razdobljima i ne daje informacije o iznosima potencijalnih gubitaka većim od rizične vrijednosti (Damodaran, 2007). Neispunjavanje uvjeta subaditivnosti još je jedno nepoželjno svojstvo rizične vrijednosti. Naime, rizična vrijednost portfelja može biti veća od zbroja rizičnih vrijednosti pojedinih vrijednosnica od kojih se portfelj sastoji, što znači da VaR dobro diversificiranog portfelja može biti veći od VaR-a lošije diversificiranog portfelja (Letmark i Ringstrom, 2006). Također, teško je optimizirati VaR koji se računa na temelju scenarija. U tom slučaju VaR nije konveksna funkcija i ima više lokalnih ekstrema (Uryasev, 2000).

### **3.3. Modeli za izračun rizične vrijednosti**

Tri osnovna modela za izračun rizične vrijednosti su: povijesni model, parametarski model i Monte Carlo simulacija. Većina modela koji se koriste u praksi predstavlja varijaciju jednog od ta tri modela. Svi modeli imaju određene prednosti i nedostatke. Tvrtke mogu koristiti više različitih modela kako bi bolje procijenile rizik. RiskMetrics Group (1999) tvrdi da je bitno da menadžeri razumiju pretpostavke i ključne parametre modela za izračun rizične vrijednosti.

#### **3.3.1. Povijesna simulacija**

Primjena povijesne simulacije podrazumijeva korištenje povijesnih distribucija prinosa financijskih instrumenata u portfelju kako bi se procijenila rizična vrijednost portfelja. Prvo je potrebno izračunati prinose instrumenata u nekom proteklom razdoblju. Zatim se koristeći udjele instrumenata u sadašnjem portfelju i povijesne prinose formira distribucija hipotetskih prinosa koje bi sadašnji portfelj ostvario u proteklom razdoblju. Ako se pretpostavi da će distribucija prinosa ostati ista u budućnosti i na temelju prinosa izračunaju gubici i dobiti portfelja, VaR se može odrediti na temelju dobivene distribucije gubitaka i dobitaka portfelja (Dowd, 1998).

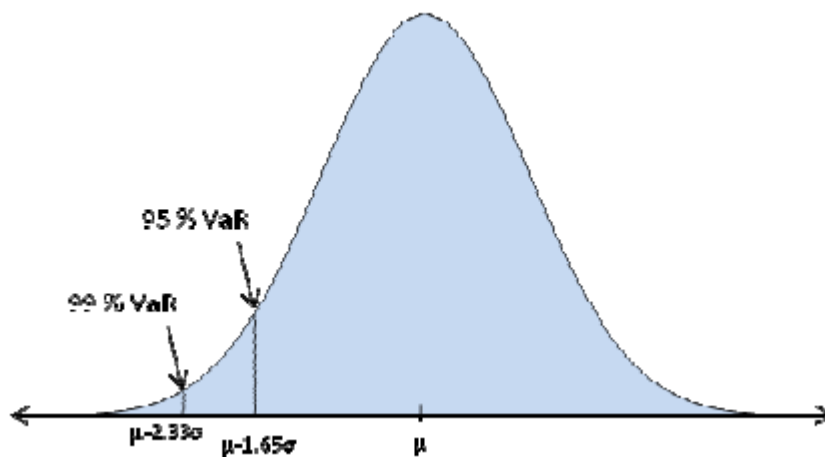
Povijesna metoda je konceptualno jednostavna i ne zahtijeva procjenu parametara. Većina podataka koji su potrebni za primjenu povijesne metode se javno objavljuje ili standardno prikuplja u kompanijama. Prednost povijesne metode je i to što se ne temelji na pretpostavci da prinosi slijede normalnu distribuciju. Dakle, povijesna metoda je prikladna i kada distribucija prinosa ima debele repove. Generira čitavu distribuciju gubitaka i dobitaka portfelja te tako pruža cjelovitu sliku rizika kojima je izložen portfelj. Također, povijesna metoda omogućava precizniju procjenu rizika portfelja koji sadrže nelinearne instrumente kao što su opcije (Dowd, 1998; RiskMetrics Group, 1999).

Povijesna metoda se temelji na pretpostavci da će distribucija prinosa u budućnosti biti približno jednaka distribuciji prinosa u odabranom povijesnom razdoblju. Iako je ova pretpostavka često razumna, isključivo oslanjanje na povijesne podatke može rezultirati pogrešnom procjenom rizika. Na primjer, ako je volatilitet na tržištu u odabranom povijesnom razdoblju neobično visoka, VaR će precijeniti rizik u budućnosti. S druge strane, ako je volatilitet u promatranom povijesnom razdoblju netipično niska, VaR će podcijeniti rizik. Također, rizik nekog događaja neće biti uključen u procjenu rizične vrijednosti ako se taj događaj nije dogodio u odabranom povijesnom razdoblju, iako će se možda dogoditi u bliskoj budućnosti. S druge strane, na procjenu rizične vrijednosti će utjecati događaj koji je obuhvaćen povijesnim razdobljem, a neće se ponoviti u budućnosti (Dowd, 1998; Jorion, 2007).

Nedostatak povijesne metode je i to što svim prinosima pridaje jednaku važnost bez obzira na to kada su ostvareni. Međutim, s vremenom se mijenjaju uvjeti na tržištu kapitala, stoga su prinosi iz bliske prošlosti relevantniji za procjenu rizika u bliskoj budućnosti. Analitičari su zbog navedenih činjenica suočeni s dilemom pri donošenju odluke o duljini povijesnog razdoblja na temelju kojeg će se prognozirati budućnost: ne smije biti predugo jer će u tom slučaju procjena rizika biti neosjetljiva na nove informacije, ali više povijesnih podataka omogućava pouzdaniju procjenu rizika. Ponderiranje prinosa na način da se prinosima iz bliske prošlosti dodijeli veći ponder je jedan od načina na koji se može riješiti ovaj problem. Kako bi se mogla koristiti povijesna metoda, potrebno je raspolagati s dovoljno povijesnih podataka o svakom financijskom instrumentu u portfelju, što predstavlja problem ako portfelj sadrži nove instrumente. Također, RiskMetrics Group (1999) ističe da povijesna metoda daje lošije rezultate pri većim razinama pouzdanosti.

### 3.3.2. Metoda varijance i kovarijance

Metoda varijance i kovarijance se temelji na pretpostavci da su prinosi normalno distribuirani. U slučaju kada su prinosi normalno distribuirani, rizična vrijednost portfelja se može odrediti na temelju očekivanog prinosa i standardne devijacije. Slika 6 prikazuje VaR portfelja s normalno distribuiranim prinosima pri razini pouzdanosti od 95% i pri razini pouzdanosti od 99%. Kako bi se procijenila rizična vrijednost portfelja, potrebno je procijeniti varijance instrumenata i kovarijance između instrumenata. Očekivani prinos portfelja te varijance instrumenata i kovarijance između instrumenata se procjenjuju na temelju povijesnih podataka (Wiener, 1997).



**Slika 6: VaR portfelja s normalno distribuiranim prinosima**

Izvor: Nieppola (2009, str. 7)

Metoda varijance i kovarijance omogućava jednostavan i brz izračun rizične vrijednosti, ali ima i određene slabosti. Većina distribucija prinosa ima debele repove, odnosno veći broj ekstremnih vrijednosti u odnosu na normalnu distribuciju. U takvim slučajevima će metoda varijance i kovarijance podcijeniti rizik. Također, nije adekvatna za procjenu rizika portfelja s velikim udjelom nelinearnih instrumenata. Metoda varijance i kovarijance se oslanja i na pretpostavku da su varijance i kovarijance konstante. Međutim, nerijetko se varijance i kovarijance mijenjaju s vremenom (Damodaran, 2007).

### 3.3.3. Monte Carlo simulacija

Monte Carlo simulacija je najkompleksnija metoda za izračun rizične vrijednosti, stoga se koristi u situacijama kada druge metode ne daju dovoljno precizne rezultate za potrebe velikih financijskih institucija (Dowd, 1998).

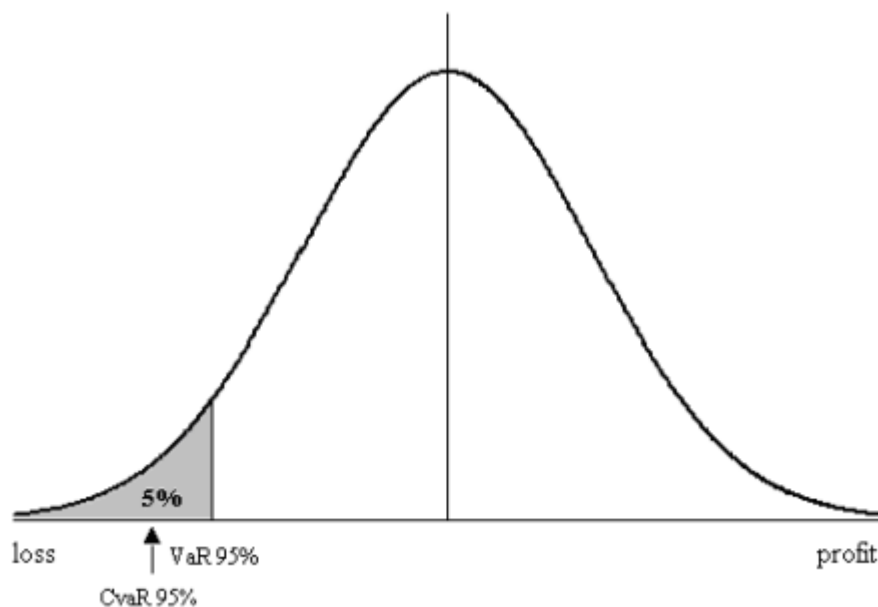
Prvi korak u izračunu rizične vrijednosti primjenom Monte Carlo simulacije je definiranje distribucija tržišnih faktora i procjena parametara tih distribucija. Zatim se koristi generator pseudoslučajnih brojeva kako bi se simulirale tisuće hipotetskih promjena tržišnih faktora koje se koriste za formiranje distribucije mogućih gubitaka i dobitaka portfelja. Potom se VaR određuje na temelju dobivene distribucije gubitaka i dobitaka (Jorion, 2007).

Kada primjenjuju Monte Carlo simulaciju, analitičari mogu odabrati distribuciju koja po njihovu mišljenju najbolje opisuje određeni tržišni faktor. Prema tome, Monte Carlo simulacijom se može precizno procijeniti rizik i u slučaju kada distribucije tržišnih faktora značajno odstupaju od normalne distribucije. Također, ova metoda omogućava analitičarima da uključe subjektivne prosudbe i druge informacije u procjenu rizika (Damodaran, 2007). Prednost Monte Carlo simulacije je i to što kao rezultat daje cijelu distribuciju dobitaka i gubitaka, a ne samo rizičnu vrijednost. Također, omogućava da se adekvatno obuhvati rizik standardnih opcija, ali i kompleksnijih izvedenica, pa čak i onih koje nemaju analitičko rješenje (Dowd, 1998).

Međutim, kompleksnost ovog modela uzrokuje određenje probleme. Kako bi se preciznost modela povećala 10 puta, potrebno je napraviti 100 dodatnih simulacija, stoga je precizan izračun rizične vrijednosti velikog portfelja izrazito vremenski zahtijevan. Također, potrebna su znatna ulaganja u napredne računalne sustave i ljudski kapital kako bi se Monte Carlo simulacija mogla primjenjivati (Dowd, 1998).

### **3.4. Uvjetna rizična vrijednost**

Rockafellar i Uryasev (2000) su prvi uveli pojam uvjetne rizične vrijednosti. Uvjetna rizična vrijednost (Conditional Value at Risk ili CVaR) predstavlja očekivanu vrijednost gubitaka većih od rizične vrijednosti. Na primjer, ako dnevni CVaR uz razinu pouzdanosti od 95% iznosi 10 milijuna kuna, to znači da očekivani dnevni gubitak u najgorih 5% slučajeva iznosi 10 milijuna kuna. Slika 7 prikazuje grafičku interpretaciju CVaR-a.



**Slika 7: Grafička interpretacija CVaR-a**

Izvor: Letmark i Ringstrom (2006, str. 12)

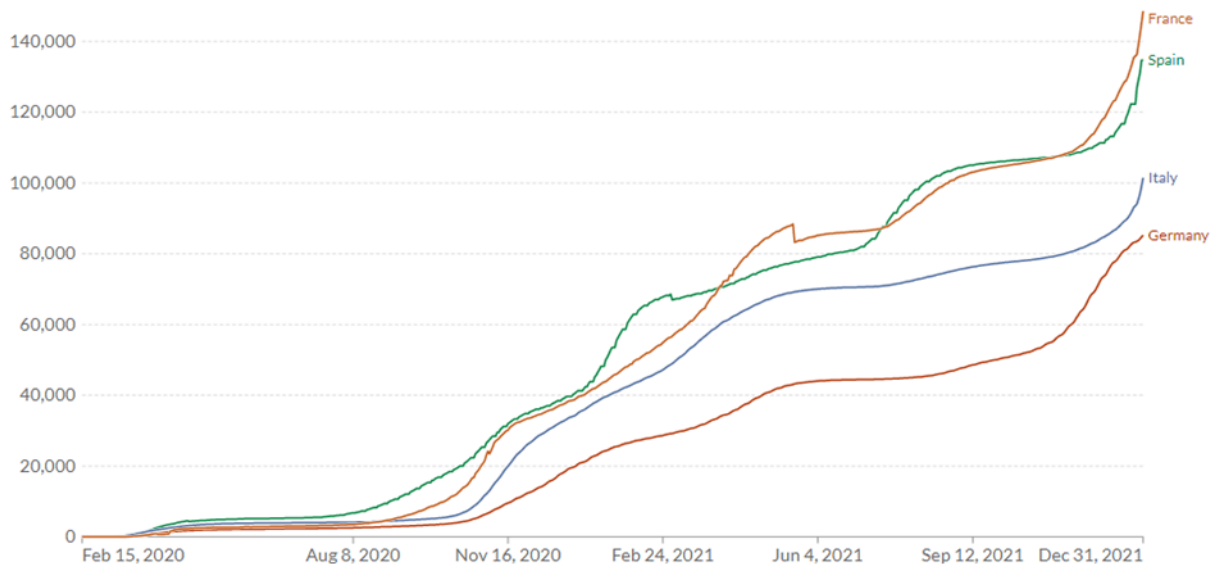
CVaR ima bolja matematička svojstva nego VaR. Za razliku od VaR-a, CVaR zadovoljava uvjet subaditivnosti i predstavlja koherentnu mjeru rizika. Također, CVaR je konveksna funkcija, stoga se može minimizirati korištenjem linearnog programiranja (Letmark i Ringstrom, 2006). Uryasev (2000) tvrdi da je u optimizaciji portfelja bolje koristiti CVaR nego VaR. Naime, korištenje CVaR-a omogućava efikasniju i manje računalno zahtjevnju optimizaciju velikih portfelja.

Uvjetna rizična vrijednost se prvo počela primjenjivati u industriji osiguranja (Rockafellar i Uryasev, 2000). Efikasni portfelji dobiveni korištenjem uvjetne rizične vrijednosti kao mjere rizika su konzervativniji od efikasnih portfelja dobivenih korištenjem rizične vrijednosti jer je uvjetna rizična vrijednost uvijek jednaka ili veća od rizične vrijednosti (Bilka i Aljinović, 2021). Kada su prinosi normalno distribuirani, dobit će se isti efikasni portfelji bez obzira na to koristi li se kao mjera rizika VaR, CVaR ili varijanca (Uryasev, 2000).

## 4. UTJECAJ PANDEMIJE COVID-19 NA GOSPODARSTVA I GLAVNE BURZOVNE INDEKSE ODABRANIH ZEMALJA EUROPSKE UNIJE

### 4.1. Razvoj pandemije i kretanje BDP-a u promatranim zemljama

Pandemija Covid-19 je uzrokovala globalnu zdravstvenu krizu bez presedana u suvremenoj povijesti. Prvi slučajevi u Europskoj uniji su zabilježeni krajem siječnja 2020. godine. U samo šest tjedana koronavirus se proširio po cijeloj Europskoj uniji. Italija je prva europska država koja se suočila s brzim rastom broja oboljelih te prva europska država koja je uvela potpuno zatvaranje. Ubrzo nakon toga Europa je proglašena epicentrom pandemije i gotovo sve zemlje Europske unije su također uvele nacionalnu karantenu.

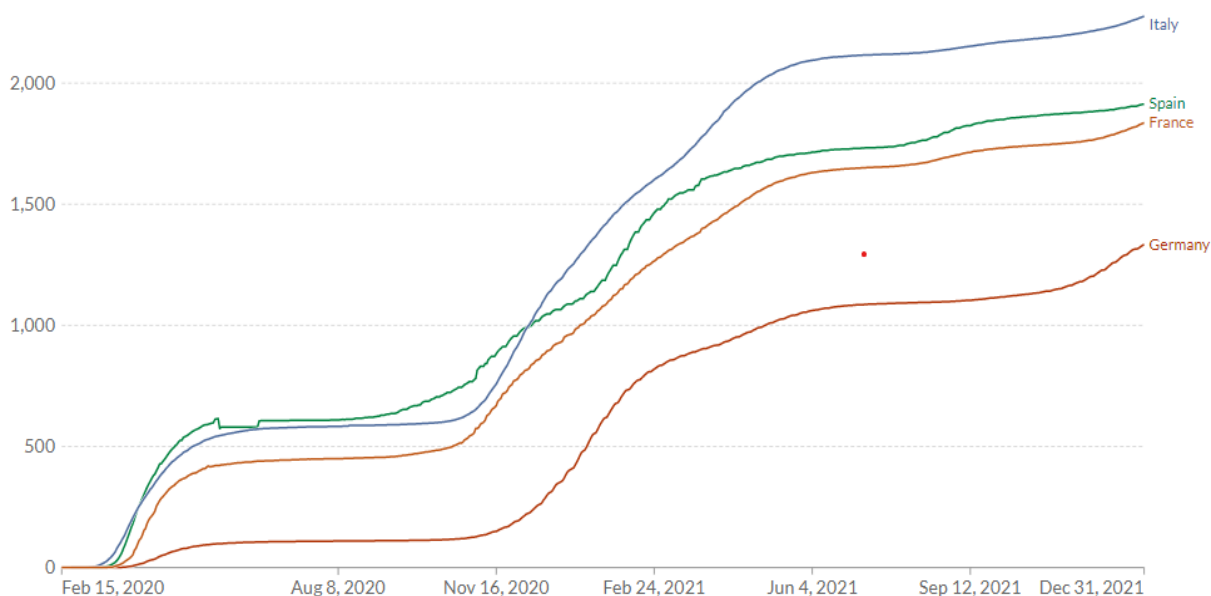


**Slika 8: Kretanje ukupnog broja slučajeva zaraze koronavirusom na milijun stanovnika u Francuskoj, Španjolskoj, Italiji i Njemačkoj u razdoblju od 15. veljače 2020. do 31. prosinca 2021. godine**

Izvor: Our World in Data (2022)

Brzo širenje koronavirusa se prvo dogodilo u Italiji. Međutim, broj slučajeva zaraze u Španjolskoj je krajem ožujka, a u Francuskoj krajem kolovoza 2020. godine premašio broj slučajeva zaraze u Italiji. Njemačka je bilježila najmanji broj slučajeva zaraze tijekom gotovo cijelog promatranog razdoblja (slika 8).

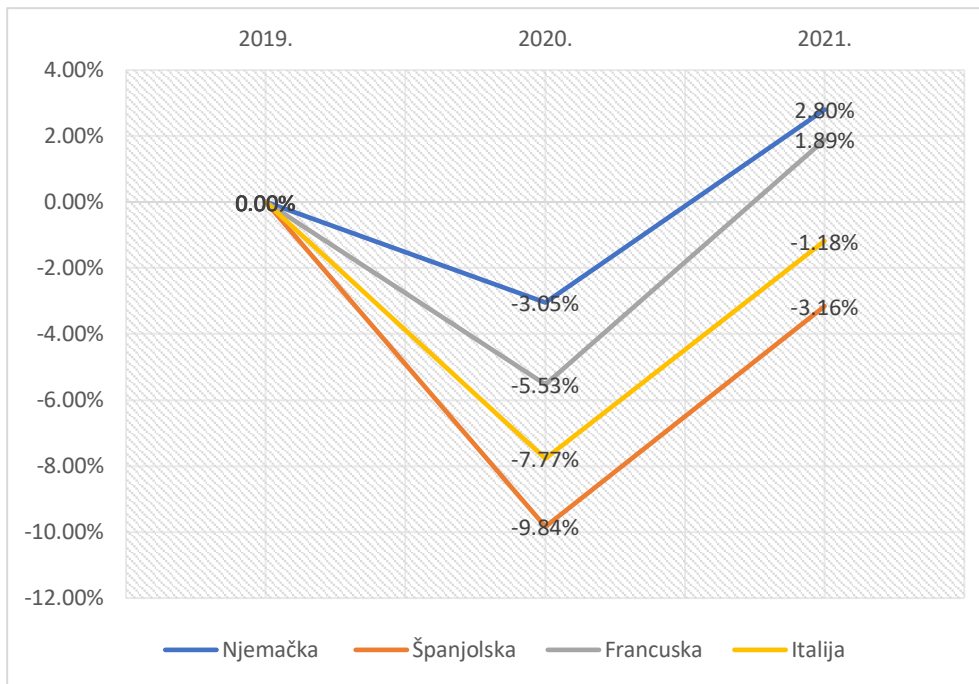
Međutim, promatranjem kretanja ukupnog broja umrlih od koronavirusa na milijun stanovnika dolazi se do nešto drugačijeg zaključka o razmjeru zdravstvene krize u promatranim zemljama (slika 9). Njemačka je bilježila i najmanji broj umrlih tijekom gotovo cijelog promatranog razdoblja. Međutim, broj umrlih u Italiji je tijekom cijelog promatranog razdoblja bio veći nego u Francuskoj, a početkom prosinca 2020. godine je premašio i broj umrlih u Španjolskoj.



**Slika 9: Kretanje ukupnog broja umrlih od koronavirusa na milijun stanovnika u Španjolskoj, Mađarskoj, Poljskoj i Njemačkoj u razdoblju od 15. veljače 2020. do 31. prosinca 2021. godine**

Izvor: Our World in Data (2022)

Osim zdravstvene krize, pandemija koronavirusa je uzrokovala i snažan makroekonomski šok. Mjere za ograničavanje širenja koronavirusa i neizvjesnost vezana uz pandemiju su uzrokovali pad BDP-a u gotovo svim zemljama Europske unije. Slika 10 prikazuje postotnu razliku BDP-a promatranih zemalja u pandemijskim godinama u odnosu na BDP u godini prije pandemije. Sve promatrane zemlje su ostvarile pad BDP-a u 2020. godini, ali su već slijedeće godine zabilježile određeni oporavak gospodarstva. Španjolska je zabilježila najveći pad BDP-a (9,84%) od svih promatranih zemalja i španjolski BDP je 2021. godine bio 3,16% manji nego 2019. godine. Pad BDP-a u Italiji (7,77%) je bio manji nego u Španjolskoj, ali ni talijansko gospodarstvo se u 2021. godini nije vratilo na predpandemijsku razinu. Za razliku od Španjolske i Italije, Njemačka i Francuska su već 2021. godine ostvarile potpuni gospodarski oporavak. Iz grafičkog prikaza se može vidjeti i da je njemačko gospodarstvo najmanje pogođeno pandemijom.



**Slika 10: Kretanje BDP-a promatranih zemalja za vrijeme pandemije**

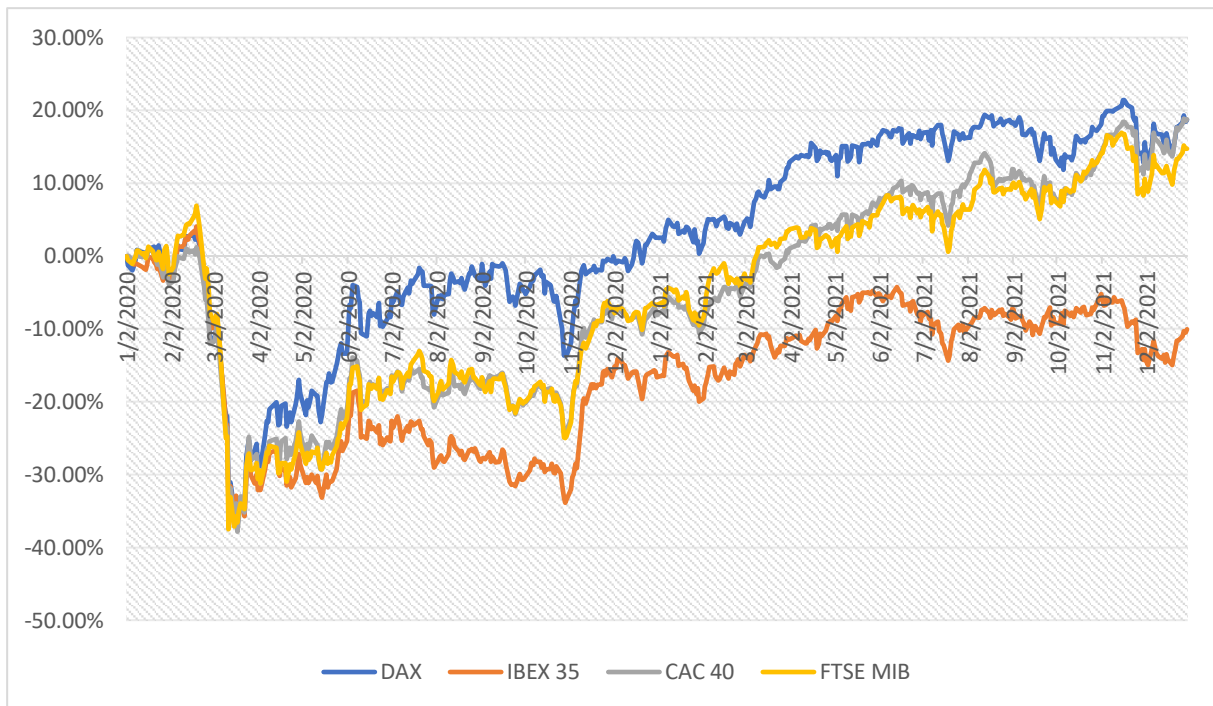
Izvor: izrada autora prema Eurostat (2022)

Razlike u utjecaju pandemije na gospodarstva različitih zemalja se ne mogu objasniti samo razlikom u razmjeru pandemije. Pitterle i Niermann (2021) tvrde da su strogost mjera za suzbijanje širenja virusa, iznos potpora za pomoć gospodarstvu, kvaliteta javnog upravljanja i sektorska struktura gospodarstva također utjecali na veličinu pada BDP-a.

#### 4.2. Kretanje glavnih burzovnih indeksa promatranih zemalja Europske unije

Šok se gotovo odmah prelio i na financijska tržišta. Slika 11 prikazuje kretanje glavnih burzovnih indeksa njemačkog (DAX), francuskog (CAC 40), talijanskog (FTSE MIB) i španjolskog tržišta (IBEX 35). Pad vrijednosti promatranih indeksa je počeo krajem veljače. Njemački DAX i francuski CAC 40 su najnižu vrijednost dosegli 18. ožujka 2020. godine. Tog dana je vrijednost njemačkog indeksa bila 36,94% manja, a francuskog indeksa 37,85% manja nego 2. siječnja iste godine. Španjolski IBEX 35 je najnižu vrijednost (36,98% manja nego 2. siječnja) dosegao 16. ožujka, a talijanski FTSE MIB 12. ožujka (37,51% manja nego 2. siječnja). Promatrani indeksi su zabilježili približno jednak pad vrijednosti u približno isto vrijeme, ali tempo njihova oporavka se razlikovao. DAX, FTSE MIB i CAC 40 su 2021. godinu završili s vrijednošću većom nego prije pandemije. Međutim, oporavak indeksa IBEX 35 je bio znatno sporiji, stoga je vrijednost tog indeksa na kraju 2021. godine još uvijek bila 10,09% manja nego prije pandemije.





**Slika 11: Kretanje glavnih burzovnih indeksa njemačkog (DAX), francuskog (CAC 40), talijanskog (FTSE MIB) i španjolskog (IBEX 35) tržišta u razdoblju od 2. siječnja 2020. do 30. prosinca 2021. godine**

Izvor: izrada autora prema YahooFinance (2022)

Andelinović, Pavković i Šegović (2021) tvrde kako to što je pad vrijednosti indeksa započeo u vrijeme kada su brojevi novooboljelih i umrlih bili na niskim razinama i to što se oporavak vrijednosti indeksa događao paralelno s porastom novooboljelih i umrlih ukazuje na to da je neizvjesnost vezana uz pandemiju više utjecala na kretanje indeksa od samog širenja virusa.

Financijska kriza uzrokovana pandemijom Covid-19 je različite sektore pogodila različitim intenzitetom. U Europi su energetska i financijska te sektor nekretnina najviše pogođeni, a sektor materijala i tehnološki sektor najmanje pogođeni (Dioretico, 2020).

## 5. ANALIZA UTJECAJA PANDEMIJE COVID-19 NA TRŽIŠTA KAPITALA ODABRANIH ZEMALJA EUROPSKE UNIJE

Ovo poglavlje sadrži analizu utjecaja pandemije Covid-19 na njemačko, španjolsko, talijansko i francusko tržište kapitala. Analiza je provedena na temelju dnevnih cijena zatvaranja u razdoblju od 2. siječnja 2018. do 30. prosinca 2019. godine. (razdoblje prije pandemije) i u razdoblju od 2. siječnja 2020. do 30. prosinca 2021. godine (razdoblje pandemije). Cijene dionica su preuzete s web stranice Yahoo Finance. Primjenom Excela su iz cijena izračunati prinosi, a na temelju prinosa procijenjene mjere rizika i očekivani prinosi dionica. Efikasne granice su izračunate primjenom MATLAB-a, a ispitivanje normalnosti distribucija prinosa je izvršeno primjenom SPSS-a. Zaključci o tome ima li distribucija prinosa oblik normalne distribucije se donose uz razinu signifikantnosti od 5%.

### 5.1. Ispitivanje normalnosti distribucija prinosa dionica na promatranim tržištima

#### 5.1.1. Ispitivanje normalnosti distribucija prinosa dionica na njemačkom tržištu

Analiza njemačkog tržišta će se provesti na uzorku deset dionica s najvećim udjelom u indeksu DAX. Odabrane dionice su prezentirane u tablici 1.

**Tablica 1: Odabrane dionice s njemačkog tržišta**

Simbol	Izdavatelj	Sektor
LIN	Linde	Materijali
SAP	SAP	Tehnologija
SIE	Siemens	Industrija
ALV	Allianz	Financije
VOW3	Volkswagen Grupa	Potrošački ne-esencijalni sektor
BAYN	Bayer	Zdravstvo
DTE	Deutsche Telekom	Telekomunikacije
MBG	Mercedes-Benz Grupa	Potrošački ne-esencijalni sektor
BAS	BASF	Materijali
DPW	Deutsche Post	Industrija

Izvor: izrada autora prema Qontigo (2022)

U tablici 2 su prikazani rezultati Kolmogorov-Smirnov testa te vrijednosti koeficijenata asimetrije i zaobljenosti za distribucije prinosa dionica s njemačkog tržišta.

**Tablica 2: Rezultati Kolmogorov-Smirnov testa te mjere zaobljenosti i asimetrije (njemačko tržište)**

	Razdoblje prije pandemije			Razdoblje pandemije		
	Kolmogorov-Smirnov (Sig.)	Asimetrija	Zaobljenost	Kolmogorov-Smirnov (Sig.)	Asimetrija	Zaobljenost
LIN	,000	20,394	442,925	,000	,210	4,180
SAP	,000	1,202	13,760	,000	-2,858	29,431
SIE	,000	-,218	1,520	,000	-,161	6,366
ALV	,000	-,658	2,274	,000	,128	15,380
VOW3	,088	,163	,264	,000	,400	8,370
BAYN	,000	-,424	5,503	,000	-,585	7,436
DTE	,000	-,498	2,849	,000	-,651	6,008
MBG	,002	-,256	1,805	,000	,529	19,388
BAS	,001	-,008	1,193	,000	-,155	6,190
DPW	,000	-,552	2,478	,000	-,162	6,987

Izvor: izrada autora

Empirijska signifikantnost Kolmogorov-Smirnov testa je veća od 5% samo za prinose dionice Volkswagen Grupe (VOW3) u razdoblju prije pandemije. Dakle, može se zaključiti da su u razdoblju prije pandemije samo prinosi dionice Volkswagen Grupe normalno distribuirani, a u razdoblju pandemije prinosi niti jedne od promatranih dionica s njemačkog tržišta nisu normalno distribuirani.

Većina koeficijenata asimetrije je manja od 0. Dakle, većina promatranih dionica s njemačkog tržišta ima donekle ljevostrano asimetričnu distribuciju prinosa u oba razdoblja. Koeficijenti zaobljenosti su veći od 0 za distribucije svih promatranih dionica. Dakle, sve promatrane dionice s njemačkog tržišta u oba razdoblja imaju distribuciju s šiljatijim vrhom i debljim repovima nego normalna distribucija. Doduše, zaobljenost distribucije prinosa dionice Volkswagen Grupe (VOW3) prije pandemije je blizu nuli. Na temelju usporedbe koeficijenata zaobljenosti prije pandemije i za vrijeme pandemije se može zaključiti da je učestalost ekstremnih prinosa znatno veća u razdoblju pandemije.

### 5.1.2. Ispitivanje normalnosti distribucija prinosa dionica na španjolskom tržištu

Analiza španjolskog tržišta će se provesti na uzorku deset dionica s najvećim udjelom u indeksu IBEX 35. Odabrane dionice su prezentirane u tablici 3.

**Tablica 3: Odabrane dionice s španjolskog tržišta**

Simbol	Izdavatelj	Sektor
IBE	Iberdrola	Energija
ITX	Industria De Diseno Textil	Potrošački ne-esencijalni sektor
SAN	Banco Santander	Financije
BBVA	Banco Bilbao Vizcaya Argentaria	Financije
AMS	Amadeus IT Grupa	Tehnologija
TEF	Telefonica	Telekomunikacije
REP	Repsol	Energija
CLNX	Cellnex Telecom	Telekomunikacije
FER	Ferrovial	Zdravstvo
AENA	Aena S.M.E.	Potrošački ne-esencijalni sektor

Izvor: izrada autora prema Bolsa de Madrid (2022)

Rezultati Kolmogorov-Smirnov testa te vrijednosti koeficijenta asimetrije i zaobljenosti za distribucije prinosa dionica s španjolskog tržišta se nalaze u nastavku (tablica 4).

**Tablica 4: Rezultati Kolmogorov-Smirnov testa te mjere zaobljenosti i asimetrije (španjolsko tržište)**

	Razdoblje prije pandemije			Razdoblje pandemije		
	Kolgomorov-Smirnov (Sig.)	Asimetrija	Zaobljenost	Kolgomorov-Smirnov (Sig.)	Asimetrija	Zaobljenost
IBE	,000	-,143	2,317	,000	-,690	11,650
ITX	,010	-,257	2,511	,000	,668	6,169
SAN	,002	-,119	,974	,000	,289	7,056
BBVA	,060	-,158	,709	,000	,169	5,342
AMS	,010	-,345	,975	,000	,401	5,341
TEF	,200	-,080	1,271	,000	,758	9,460
REP	,004	-,059	1,717	,000	,680	7,992
CLNX	,000	,385	,775	,000	,343	4,682
FER	,015	-,095	1,632	,000	-,210	7,219
AENA	,002	-,489	1,336	,000	-,226	15,229

Izvor: izrada autora

Samo prinosi dionica tvrtke BBVA (BBVA) i tvrtke Telefonica (TEF) prate normalnu distribuciju u razdoblju prije pandemije. Međutim, prinosi niti jedne od promatranih dionica s španjolskog tržišta nisu normalno distribuirani u razdoblju pandemije.

Gotovo sve promatrane dionice s španjolskog tržišta imaju blago ljevostrano asimetričnu distribuciju prinosa u razdoblju prije pandemije. Međutim, u vrijeme pandemije većina dionica ima desnostrano asimetričnu distribuciju prinosa. Sve promatrane dionice s španjolskog tržišta imaju distribuciju s šiljatijim vrhom i većim brojem ekstremnih vrijednosti nego normalna distribucija, pogotovo u razdoblju pandemije.

### 5.1.3. Ispitivanje normalnosti distribucija prinosa dionica na francuskom tržištu

Analiza francuskog tržišta će se provesti na uzorku deset dionica s najvećim udjelom u indeksu CAC 40. Odabrane dionice su prezentirane u tablici 5.

**Tablica 5: Odabrane dionice s francuskog tržišta**

Simbol	Izdavatelj	Sektor
MC	LVMH	Potrošački ne-esencijalni sektor
TTE	TotalEnergies	Energija
SAN	Sanofi	Zdravstvo
OR	L' Oreal	Potrošački ne-esencijalni sektor
SU	Schneider Electric	Industrija
AI	Air Liquide	Materijali
AIR	Airbus	Industrija
BNP	BNP Paribas	Financije
CS	AXA	Financije
EL	EssilorLuxottica	Zdravstvo

Izvor: izrada autora prema Euronext (2022)

U tablici 6 su prikazani rezultati Kolmogorov-Smirnov testa te vrijednosti koeficijenta asimetrije i zaobljenosti za distribucije prinosa dionica s francuskog tržišta.

**Tablica 6: Rezultati Kolmogorov-Smirnov testa te mjere zaobljenosti i asimetrije (francusko tržište)**

	Razdoblje prije pandemije			Razdoblje pandemije		
	Kolmogorov-Smirnov (Sig.)	Asimetrija	Zaobljenost	Kolmogorov-Smirnov (Sig.)	Asimetrija	Zaobljenost
MC	,002	-,092	2,237	,000	-,142	3,394
TTE	,012	-,451	,723	,000	-,187	12,598
SAN	,075	,189	1,786	,000	-,189	3,337
OR	,000	,535	5,510	,000	,069	4,104
SU	,002	-,169	2,184	,000	-,468	9,955
AI	,011	-,385	1,303	,000	-,785	9,056
AIR	,000	,546	3,364	,000	,164	9,269
BNP	,000	-,247	1,794	,000	,071	6,535
CS	,000	-1,982	14,058	,000	,275	15,765
EL	,000	-,384	4,184	,000	-,150	4,977

Izvor: izrada autora

Kao što je slučaj i s prinosima dionica s njemačkog tržišta, u razdoblju prije pandemije prinosi samo jedne od promatranih dionica s francuskog tržišta, dionice tvrtke Sanofi (SAN), su normalno distribuirani, a u razdoblju pandemije prinosi niti jedne od promatranih dionica nisu normalno distribuirani.

Distribucije svih promatranih dionica s francuskog tržišta su u određenoj mjeri asimetrične u oba razdoblja. Međutim, ljevostrane distribucije su češće od desnostranih distribucija. Distribucija prinosa dionice osiguravajućeg društva AXA (CS) u razdoblju prije pandemije se osobito ističe po duljini lijevog repa. Vrijednosti koeficijenta zaobljenosti ukazuju na to da u oba razdoblja, a osobito u razdoblju pandemije, distribucije prinosa imaju šiljatiji vrh i veći broj ekstremnih vrijednosti nego normalna distribucija.

#### 5.1.4. Ispitivanje normalnosti distribucija prinosa dionica na talijanskom tržištu

Analiza talijanskog tržišta će se provesti na uzorku deset dionica s najvećim udjelom u indeksu FTSE MIB. Odabrane dionice su prezentirane u tablici 7.

**Tablica 7: Odabrane dionice s talijanskog tržišta**

Simbol	Izdavatelj	Sektor
ENEL	Enel	Energija
ISP	Intesa Sanpaolo	Financije
ENI	Eni	Energija
STLA	Stallantis NV	Potrošački ne-esencijalni sektor
G	Generali Grupa	Financije
STM	STMicroelectronicis	Tehnologija
RACE	Ferrari NV	Potrošački ne-esencijalni sektor
UNI	UniCredit	Financije
CNHI	CNH Industrial	Industrija
SRG	Snam	Energija

Izvor: izrada autora prema FTSE Russell (2022)

Rezultati Kolmogorov-Smirnov testa te vrijednosti koeficijenta asimetrije i zaobljenosti za distribucije prinosa dionica s talijanskog tržišta se nalaze u nastavku (tablica 8).

**Tablica 8: Rezultati Kolmogorov-Smirnov testa te mjere zaobljenosti i asimetrije (talijansko tržište)**

	Razdoblje prije pandemije			Razdoblje pandemije		
	Kolgomorov-Smirnov (Sig.)	Asimetrija	Zaobljenost	Kolgomorov-Smirnov (Sig.)	Asimetrija	Zaobljenost
ENEL	,000	-,114	1,571	,000	-2,264	23,463
ISP	,000	-,442	3,950	,000	-1,162	12,227
ENI	,050	-,149	,360	,000	-1,315	18,243
STLA	,000	-,547	7,660	,000	-,821	7,843
STM	,000	-,394	2,390	,000	-,603	5,818
G	,000	-,430	2,769	,000	-,909	13,427
RACE	,000	,404	5,915	,000	-,199	6,181
UNI	,000	-,365	1,111	,000	-,054	11,417
CNHI	,000	,460	2,265	,000	-1,016	6,036
SRG	,004	-,266	1,478	,000	-2,263	24,594

Izvor: izrada autora

Od svih promatranih dionica s talijanskog tržišta, samo dionica tvrtke Eni (ENI) ima normalno distribuirane prinose u razdoblju prije pandemije. Kao što je slučaj i na ostalim tržištima, prinosi niti jedne od promatranih dionica s talijanskog tržišta nisu normalno distribuirani u razdoblju pandemije.

Sve dionice u razdoblju pandemije i gotovo sve dionice u razdoblju prije pandemije imaju distribuciju prinosa s duljim lijevim repom. Ljevostrana asimetričnost distribucija većine promatranih dionica je znatno izraženija u razdoblju pandemije. Na temelju vrijednosti koeficijenta zaobljenosti se može zaključiti da i na talijanskom tržištu u oba razdoblja, a osobito za vrijeme pandemije, distribucije imaju šiljatiji vrh i veći broj ekstremnih prinosa nego normalna distribucija. Doduše, zaobljenost distribucije prinosa dionice tvrtke Eni (ENI) prije pandemije je blizu nuli.

Dakle, za prinose svih promatranih dionica s njemačkog, španjolskog, francuskog i talijanskog tržišta se može reći da nisu normalno distribuirani u razdoblju pandemije. Prema tome, prva hipoteza, da prinosi dionica europskih tržišta kapitala nisu normalno distribuirani za vrijeme pandemije, je potvrđena. Međutim, i u razdoblju prije pandemije tek manjina dionica ima distribuciju prinosa normalnog oblika. S obzirom da pretpostavka normalnosti distribucije na promatranim tržištima nije ispunjena, umjesto MV modela, za procjenu efikasnih granica će se koristiti model s uvjetnom rizičnom vrijednošću kao mjerom rizika. Za izračun rizične vrijednosti će se koristiti povijesne metoda također zbog toga što prinosi nisu normalno distribuirani. Naime, povijesna metoda ne pretpostavlja da distribucija prinosa odgovara nekoj od teorijskih distribucija, već koristi empirijsku distribuciju prinosa.



## 5.2. Analiza utjecaja pandemije Covid-19 na njemačko tržište kapitala

U tablici 9 su prikazani očekivani dnevni prinos i mjere rizika dionica s njemačkog tržišta prije pandemije. Izračunati su korištenjem funkcija programa Excel.

**Tablica 9: Očekivani dnevni prinos, standardna devijacija i VaR dionica s njemačkog tržišta prije pandemije**

	LIN	SAP	SIE	ALV	VOW3	BAYN	DTE	MBG	BAS	DPW
<b>E(R)</b>	0,24%	0,06%	0,01%	0,03%	0,03%	-0,05%	0,00%	-0,06%	-0,05%	-0,02%
<b><math>\sigma</math></b>	4,29%	1,51%	1,25%	1,06%	1,61%	1,85%	0,94%	1,55%	1,36%	1,30%
<b>VaR (95%)</b>	1,88%	2,35%	2,03%	1,75%	2,56%	2,88%	1,61%	2,51%	2,31%	2,20%

Izvor: izrada autora

Dionica tvrtke Linde (LIN) ima najveći očekivani prinos (0,24%) i najveći rizik mjeren standardnom devijacijom (4,29%) prije pandemije. Međutim, navedena dionica nema ujedno i najveći VaR. VaR dionice tvrtke Bayer (BAYN) iznosi 2,88%, što je čini najrizičnijom dionicom prije pandemije prema toj mjeri rizika. S 95% sigurnosti se može reći da ulagač neće izgubiti više od 2,88% svog uloga u dionicu tvrtke Bayer u sljedećem danu. Dakle, rang dionica po riziku donekle ovisi o korištenoj mjeri rizika. Dionica Deutsche Telekom (DTE) je zasigurno najmanje rizična. Naime, ta dionica ima najmanju standardnu devijaciju (0,94%), ali i najmanji VaR (1,61%).

**Tablica 10: Očekivani dnevni prinos, standardna devijacija i VaR dionica s njemačkog tržišta u razdoblju pandemije**

	LIN	SAP	SIE	ALV	VOW3	BAYN	DTE	MBG	BAS	DPW
<b>E(R)</b>	0,11%	0,03%	0,07%	0,01%	0,04%	-0,06%	0,03%	0,10%	0,00%	0,12%
<b><math>\sigma</math></b>	1,83%	2,00%	2,12%	2,12%	2,82%	2,17%	1,59%	3,01%	2,12%	2,01%
<b>VaR (95%)</b>	2,99%	3,10%	3,24%	2,91%	3,83%	3,18%	2,32%	3,39%	3,62%	3,05%

Izvor: izrada autora

Tablica 10 prikazuje očekivani dnevni prinos, standardnu devijaciju i VaR dionica njemačkog tržišta u razdoblju pandemije. Dionica Deutsche Posta (DPW) ima najveći očekivani prinos (0,12%). Za razliku od razdoblja prije pandemije, kada su čak četiri dionice imale negativan očekivani prinos, u razdoblju pandemije jedino dionica tvrtke Bayer (BAYN) ima negativan očekivani prinos (-0,06%). Kao što je slučaj i u razdoblju prije pandemije, prema objema promatranim mjerama rizika dionica Deutsche Telekom (DTE) je najmanje rizična ( $\sigma = 1,59%$ , VaR = 2,32%). Najrizičnije su dionice tvrtki iz automobilskega sektora. Dionica Mercedes-Benz Grupe (MBG) ima najveću standardnu devijaciju (3,01%), a najveću rizičnu vrijednost (3,83%) ima dionica Volkswagen Grupe (VOW3).

Većina promatranih dionica s njemačkog tržišta ima veći očekivani prinos u odnosu na razdoblje prije pandemije. Sve dionice imaju veći VaR, a gotovo sve dionice (osim dionice tvrtke Linde (LIN)) imaju i veću standardnu devijaciju nego prije pandemije. Najveći porast standardne devijacije (1,46 p.p.) bilježi dionica Mercedes-Benz Grupe (MBG), a najveći porast VaR-a (1,31 p.p.) bilježi dionica tvrtke BASF (BAS).

**Tablica 11: Efikasni portfelji sastavljeni od dionica s njemačkog tržišta prije pandemije**

LIN	SAP	SIE	ALV	VOW3	BAYN	DTE	MBG	BAS	DPW	E(R <sub>p</sub> )	CVaR
1,93%	6,76%	9,65%	22,51%	0,00%	0,00%	50,59%	0,00%	0,00%	8,56%	0,01%	1,69%
6,63%	19,82%	0,00%	36,30%	0,00%	0,00%	37,25%	0,00%	0,00%	0,00%	0,04%	1,80%
13,46%	34,49%	0,00%	34,43%	0,00%	0,00%	17,61%	0,00%	0,00%	0,00%	0,06%	2,14%
20,64%	48,82%	0,00%	30,54%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,09%	2,65%
30,31%	63,40%	0,00%	6,30%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,11%	3,31%
43,31%	56,69%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,14%	4,11%
57,48%	42,52%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,17%	5,09%
71,65%	28,35%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,19%	6,17%
85,83%	14,17%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,22%	7,31%
100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,24%	8,49%

Izvor: izrada autora

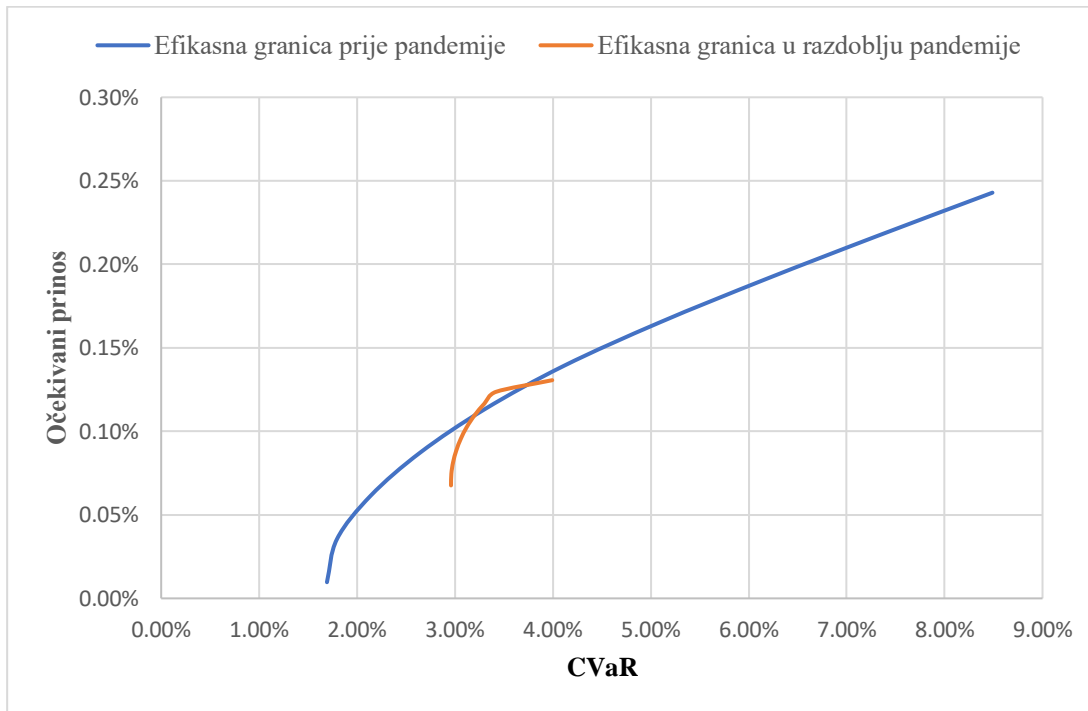
**Tablica 12: Efikasni portfelji sastavljeni od dionica s njemačkog tržišta u razdoblju pandemije**

LIN	SAP	SIE	ALV	VOW3	BAYN	DTE	MBG	BAS	DPW	E(R <sub>p</sub> )	CVaR
15,10%	15,67%	0,00%	0,00%	0,00%	1,43%	52,27%	0,00%	0,00%	15,53%	0,07%	2,96%
18,63%	12,94%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	49,59%	0,00%	0,00%	18,84%	0,07%	2,96%
23,71%	8,81%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	45,07%	0,00%	0,00%	22,41%	0,08%	2,98%
28,72%	5,30%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	39,88%	0,00%	0,00%	26,11%	0,09%	3,01%
32,88%	1,22%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	35,43%	0,00%	0,00%	30,47%	0,10%	3,06%
37,77%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	27,73%	0,00%	0,00%	34,49%	0,10%	3,12%
43,95%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	18,51%	0,00%	0,00%	37,55%	0,11%	3,20%
49,32%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	9,40%	0,00%	0,00%	41,28%	0,12%	3,30%
54,62%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,30%	0,00%	0,00%	45,08%	0,12%	3,42%
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,13%	3,99%

Izvor: izrada autora

Iz podataka prikazanih u tablicama 11 i 12 te iz slike 12 se može vidjeti da se očekivani prinosi efikasnih portfelja prije pandemije kreću u intervalu od 0,01% do 0,24%, a očekivani prinosi efikasnih portfelja u razdoblju pandemije u intervalu od 0,07% do 0,13%. CVaR efikasnih portfelja prije pandemije se kreće u intervalu od 1,69% do 8,49%, a CVaR efikasnih portfelja

u razdoblju pandemije u intervalu od 2,96% do 3,99%. Dakle, efikasna granica u razdoblju pandemije se nalazi u znatno manjem intervalu prinosa i znatno manjem intervalu rizika nego efikasna granica prije pandemije.



**Slika 12: Efikasne granice na njemačkom tržištu kapitala prije pandemije i za vrijeme pandemije**

Izvor: izrada autora

Efikasna granica u razdoblju pandemije se gotovo u potpunosti nalazi ispod efikasne granice prije pandemije. Dakle, gotovo svi efikasni portfelji prije pandemije imaju bolji odnos prinosa i rizika nego efikasni portfelji u razdoblju pandemije. Na primjer, CVaR efikasnog portfelja koji pruža prinos od 0,09% prije pandemije iznosi 2,65%, a CVaR efikasnog portfelja koji pruža istu razinu prinosa u razdoblju pandemije iznosi 3,01%.

### 5.3. Analiza utjecaja pandemije Covid-19 na španjolsko tržište kapitala

**Tablica 13: Očekivani dnevni prinos, standardna devijacija i VaR dionica s španjolskog tržišta prije pandemije**

	IBE	ITX	SAN	BBVA	AMS	TEF	REP	CLNX	FER	AENA
<b>E(R)</b>	0,08%	0,03%	-0,07%	-0,06%	0,04%	-0,05%	-0,01%	0,15%	0,07%	0,00%
<b><math>\sigma</math></b>	1,04%	1,43%	1,49%	1,50%	1,36%	1,13%	1,31%	1,60%	1,10%	1,13%
<b>VaR (95%)</b>	1,50%	2,16%	2,59%	2,61%	2,24%	1,80%	2,13%	2,34%	1,62%	1,92%

Izvor: izrada autora

Tablica 13 prikazuje očekivani dnevni prinos, standardnu devijaciju i VaR dionica s španjolskog tržišta prije pandemije. Dionica tvrtke Cellnex Telecom (CLNX) ima najveći očekivani prinos (0,15%). Navedena dionica ujedno ima i najveću standardnu devijaciju (1,60%). Međutim, gledajući VaR, dolazi se do zaključka da su najrizičnije dionice financijskog sektora. VaR dionice banke BBVA (BBVA) iznosi 2,61%, a VaR dionice banke Santander (SAN) 2,59%. Dionice financijskog sektora imaju i najmanji očekivani prinos. Očekivani prinos dionice banke Santander (SAN) iznosi -0,07%, a očekivani prinos dionice banke BBVA (BBVA) -0,06%. Prema objema promatranim mjerama rizika dionica tvrtke Iberdrola (IBE) je najmanje rizična ( $\sigma = 1,04\%$ ,  $VaR = 1,50\%$ ).

**Tablica 14: Očekivani dnevni prinos, standardna devijacija i VaR dionica s španjolskog tržišta u razdoblju pandemije**

	IBE	ITX	SAN	BBVA	AMS	TEF	REP	CLNX	FER	AENA
<b>E(R)</b>	0,04%	0,00%	0,00%	0,05%	0,00%	-0,07%	-0,02%	0,08%	0,03%	0,00%
<b><math>\sigma</math></b>	1,73%	2,18%	2,90%	3,04%	2,95%	2,51%	2,90%	2,21%	2,17%	2,69%
<b>VaR (95%)</b>	2,36%	3,16%	4,14%	4,44%	4,49%	3,81%	3,66%	3,19%	3,18%	3,61%

Izvor: izrada autora

Tablica 14 prikazuje očekivani dnevni prinos, standardnu devijaciju i VaR dionica s španjolskog tržišta u razdoblju pandemije. Kao i prije pandemije, dionica tvrtke Cellnex Telecom (CLNX) ima najveći očekivani prinos (0,08%). Standardna devijacija dionice banke BBVA (BBVA) iznosi 3,04%, što je čini najrizičnijom dionicom prema toj mjeri rizika. Međutim, najveću rizičnu vrijednost (4,49%) ima dionica Amadeus IT Grupe (AMS). Kao i prije pandemije, dionica tvrtke Iberdrola (IBE) je najmanje rizična ( $\sigma = 1,73\%$ ,  $VaR = 2,36\%$ ).

Sve promatrane dionice s španjolskog tržišta, osim dionica financijskog sektora (BBVA, SAN), imaju manji očekivani prinos nego prije pandemije. Prema objema promatranim mjerama rizika sve dionice su rizičnije nego prije pandemije. Najveći porast standardne devijacije (1,59 p.p.) i VaR-a (2,25 p.p.) bilježi dionica Amadeus IT Grupe (AMS).

**Tablica 15: Efikasni portfelji sastavljeni od dionica s španjolskog tržišta prije pandemije**

IBE	ITX	SAN	BBVA	AMS	TEF	REP	CLNX	FER	AENA	E(R <sub>p</sub> )	CVaR
26,31%	7,92%	0,00%	4,93%	6,82%	8,64%	10,18%	6,55%	16,73%	11,92%	0,04%	1,50%
29,50%	8,48%	0,00%	4,90%	7,34%	2,45%	10,14%	9,47%	18,57%	9,15%	0,05%	1,51%
32,91%	8,36%	0,00%	3,80%	8,44%	0,00%	7,54%	12,72%	20,53%	5,71%	0,07%	1,54%
36,60%	8,05%	0,00%	1,16%	9,50%	0,00%	5,00%	15,82%	23,03%	0,83%	0,08%	1,59%
40,17%	5,44%	0,00%	0,00%	9,78%	0,00%	0,00%	20,75%	23,85%	0,00%	0,09%	1,66%
41,10%	0,00%	0,00%	0,00%	4,31%	0,00%	0,00%	30,82%	23,76%	0,00%	0,10%	1,79%
39,38%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	46,02%	14,60%	0,00%	0,11%	2,01%
34,49%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	63,12%	2,38%	0,00%	0,13%	2,31%
18,58%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	81,42%	0,00%	0,00%	0,14%	2,69%
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,15%	3,15%

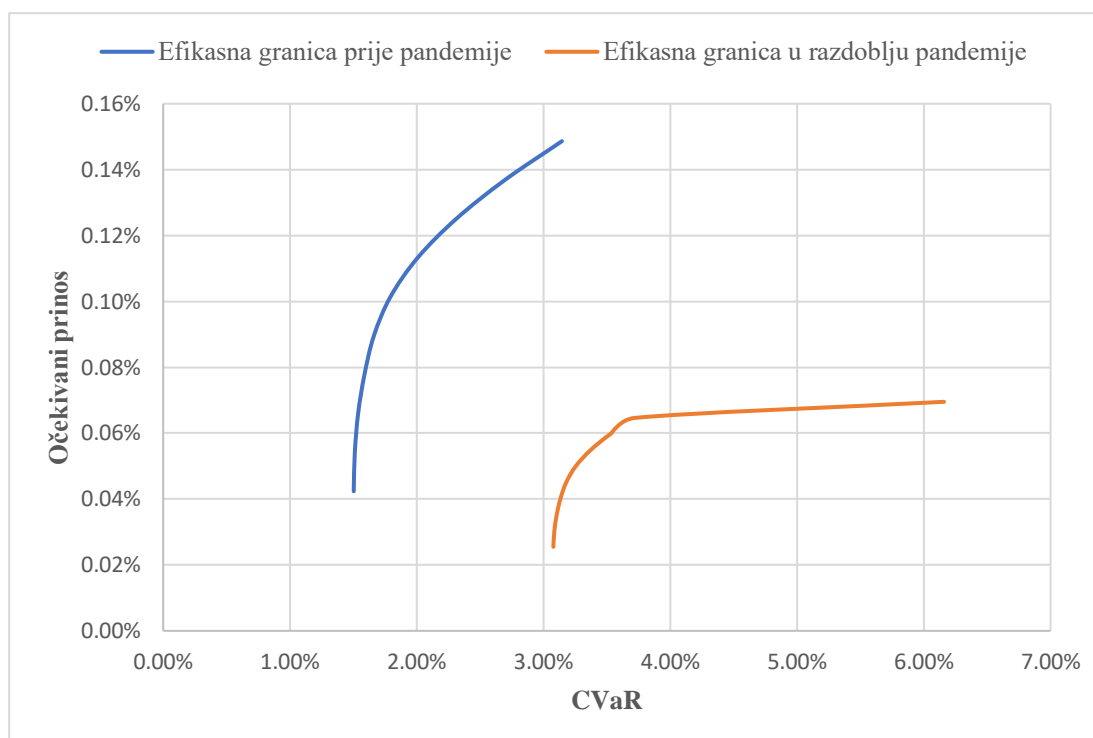
Izvor: izrada autora

**Tablica 16: Efikasni portfelji sastavljeni od dionica s španjolskog tržišta u razdoblju pandemije**

IBE	ITX	SAN	BBVA	AMS	TEF	REP	CLNX	FER	AENA	E(R <sub>p</sub> )	CVaR
39,79%	12,42%	0,00%	0,00%	0,00%	8,24%	1,18%	23,73%	13,35%	1,29%	0,03%	3,08%
41,12%	10,79%	0,00%	1,18%	0,00%	4,46%	1,42%	25,06%	14,82%	1,14%	0,03%	3,09%
41,29%	9,68%	0,00%	3,73%	0,00%	1,37%	1,44%	26,60%	15,55%	0,34%	0,04%	3,10%
40,35%	6,62%	0,00%	6,65%	0,00%	0,00%	0,31%	29,41%	16,67%	0,00%	0,04%	3,13%
37,85%	1,04%	0,00%	10,81%	0,00%	0,00%	0,00%	33,06%	17,25%	0,00%	0,05%	3,18%
29,58%	0,00%	0,00%	16,03%	0,00%	0,00%	0,00%	39,97%	14,42%	0,00%	0,05%	3,25%
21,38%	0,00%	0,00%	21,92%	0,00%	0,00%	0,00%	47,31%	9,38%	0,00%	0,05%	3,37%
11,46%	0,00%	0,00%	27,24%	0,00%	0,00%	0,00%	54,98%	6,31%	0,00%	0,06%	3,53%
1,76%	0,00%	0,00%	33,12%	0,00%	0,00%	0,00%	62,05%	3,06%	0,00%	0,06%	3,72%
0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,07%	6,16%

Izvor: izrada autora

Iz podataka prikazanih u tablicama 15 i 16 te iz slike 13 se može vidjeti da efikasni portfelji u razdoblju pandemije za istu razinu prinosa imaju veći rizik nego efikasni portfelji prije pandemije. Na primjer, CVaR efikasnog portfelja koji pruža prinos od 0,04% u razdoblju pandemije iznosi 3,10%, a CVaR efikasnog portfelja koji pruža istu razinu prinosa prije pandemije iznosi tek 1,50%.



**Slika 13: Efikasne granice na španjolskom tržištu kapitala prije pandemije i za vrijeme pandemije**

Izvor: izrada autora

Najmanje rizični efikasni portfelj u razdoblju pandemije ima manji očekivani prinos ( $E(R_p) = 0,03\%$ ), a znatno veći rizik ( $CVaR = 3,08\%$ ) nego najmanje rizični portfelj prije pandemije ( $E(R_p) = 0,04\%$ ,  $CVaR = 1,50\%$ ). Najrizičniji portfelj u razdoblju pandemije ima znatno manji očekivani prinos ( $E(R_p) = 0,07\%$ ), a gotovo dvostruko veći rizik ( $CVaR = 6,16\%$ ) nego najrizičniji portfelj prije pandemije ( $E(R_p) = 0,15\%$ ,  $CVaR = 3,15\%$ ).

#### 5.4. Analiza utjecaja pandemije Covid-19 na francusko tržište kapitala

Očekivani dnevni prinos, standardna devijacija i VaR dionica s francuskog tržišta prije pandemije su prikazani u nastavku (tablica 17).

**Tablica 17: Očekivani dnevni prinos, standardna devijacija i VaR dionica s francuskog tržišta prije pandemije**

	MC	TTE	SAN	OR	SU	AI	AIR	BNP	CS	EL
<b>E(R)</b>	0,12%	0,02%	0,05%	0,08%	0,06%	0,06%	0,10%	-0,02%	0,01%	0,04%
<b><math>\sigma</math></b>	1,57%	1,15%	1,16%	1,17%	1,38%	1,05%	1,60%	1,41%	1,10%	1,21%
<b>VaR (95%)</b>	2,49%	1,96%	1,78%	1,84%	2,33%	1,78%	2,42%	2,34%	1,62%	1,86%

Izvor: izrada autora

Dionica tvrtke LVMH (MC) ima najveći očekivani prinos (0,12%) te najveću rizičnu vrijednost (2,49%). Međutim, najveću standardnu devijaciju (1,60%) ima dionica Airbusa (AIR). Dionica tvrtke Air Liquide (AI) ima najmanju standardnu devijaciju (1,05%). Međutim, ako se kao mjera rizika koristi VaR, dolazi se do zaključka da je dionica osiguravajućeg društva AXA (CS), s rizičnom vrijednosti od 1,62%, najmanje rizična.

**Tablica 18: Očekivani dnevni prinos, standardna devijacija i VaR dionica s francuskog tržišta u razdoblju pandemije**

	MC	TTE	SAN	OR	SU	AI	AIR	BNP	CS	EL
<b>E(R)</b>	0,13%	0,01%	0,01%	0,10%	0,14%	0,05%	0,03%	0,06%	0,03%	0,08%
<b><math>\sigma</math></b>	1,93%	2,51%	1,41%	1,58%	1,94%	1,50%	3,56%	2,76%	2,23%	1,87%
<b>VaR (95%)</b>	3,06%	3,28%	2,22%	2,28%	2,73%	2,00%	4,62%	4,26%	3,13%	2,68%

Izvor: izrada autora

Tablica 18 prikazuje očekivani dnevni prinos, standardnu devijaciju i VaR dionica francuskog tržišta u razdoblju pandemije. Sve promatrane dionice imaju pozitivan očekivani prinos, a najmanji očekivani prinos (0,01%) imaju dionice tvrtki TotalEnergies (TTE) i Sanofi (SAN). Dionica tvrtke iz zdravstvenog sektora (SAN) ujedno ima i najmanju standardnu devijaciju (1,41%). Prema objema promatranim mjerama rizika dionica Airbusa (AIR) je najrizičnija dionica u razdoblju pandemije ( $\sigma = 3,56\%$ ,  $VaR = 4,62\%$ ).

Većina promatranih dionica s francuskog tržišta ima veći očekivani prinos nego prije pandemije. Sve dionice imaju veću standardnu devijaciju i veću rizičnu vrijednost nego prije pandemije. Dionica Airbusa (AIR) bilježi najveće povećanje rizika ( $\Delta\sigma = 1,97$  p.p.,  $\Delta VaR = 2,20$  p.p.).

**Tablica 19: Efikasni portfelji sastavljeni od dionica s francuskog tržišta prije pandemije**

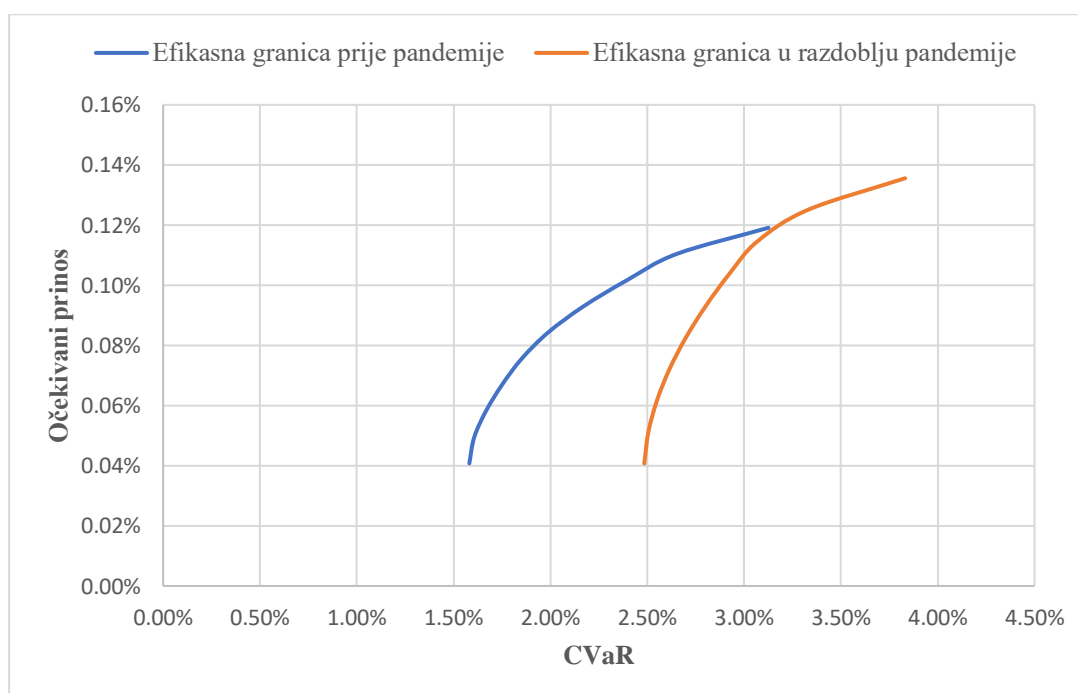
MC	TTE	SAN	OR	SU	AI	AIR	BNP	CS	EL	E(R <sub>p</sub> )	CVaR
0,00%	14,89%	18,96%	12,98%	0,00%	10,43%	0,00%	0,00%	23,88%	18,86%	0,04%	1,58%
0,00%	9,30%	20,69%	15,41%	0,00%	17,55%	4,24%	0,00%	17,24%	15,57%	0,05%	1,61%
2,91%	4,65%	21,96%	16,51%	0,00%	20,66%	8,00%	0,00%	11,45%	13,87%	0,06%	1,67%
6,55%	0,05%	22,47%	16,56%	0,00%	24,77%	11,53%	0,00%	6,52%	11,55%	0,07%	1,75%
12,36%	0,00%	23,60%	15,61%	0,00%	26,35%	14,47%	0,00%	0,00%	7,61%	0,08%	1,85%
22,59%	0,00%	22,08%	13,41%	0,00%	24,02%	17,91%	0,00%	0,00%	0,00%	0,08%	1,99%
34,56%	0,00%	17,82%	7,79%	0,00%	16,54%	23,29%	0,00%	0,00%	0,00%	0,09%	2,17%
46,78%	0,00%	12,86%	3,99%	0,00%	8,33%	28,04%	0,00%	0,00%	0,00%	0,10%	2,40%
58,34%	0,00%	7,64%	0,00%	0,00%	0,49%	33,54%	0,00%	0,00%	0,00%	0,11%	2,65%
100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,12%	3,13%

Izvor: izrada autora

**Tablica 20: Efikasni portfelji sastavljeni od dionica s francuskog tržišta u razdoblju pandemije**

MC	TTE	SAN	OR	SU	AI	AIR	BNP	CS	EL	E(R <sub>p</sub> )	CVaR
0,00%	0,00%	43,93%	20,85%	0,00%	26,07%	0,00%	0,00%	0,00%	9,15%	0,04%	2,48%
0,00%	0,00%	36,68%	29,20%	3,68%	21,68%	0,00%	0,00%	0,00%	8,76%	0,05%	2,51%
1,03%	0,00%	31,35%	33,60%	10,26%	17,38%	0,00%	0,00%	0,00%	6,38%	0,06%	2,55%
2,92%	0,00%	26,00%	37,77%	16,15%	12,79%	0,00%	0,00%	0,00%	4,37%	0,07%	2,62%
5,18%	0,00%	20,94%	41,04%	22,43%	8,21%	0,00%	0,00%	0,00%	2,21%	0,08%	2,70%
7,05%	0,00%	15,60%	44,58%	28,71%	3,90%	0,00%	0,00%	0,00%	0,16%	0,09%	2,81%
7,95%	0,00%	9,24%	47,92%	34,89%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,10%	2,93%
9,85%	0,00%	0,47%	49,62%	40,06%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,11%	3,07%
14,86%	0,00%	0,00%	21,37%	63,77%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,13%	3,33%
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,14%	3,83%

Izvor: izrada autora



**Slika 14: Efikasne granice na francuskom tržištu kapitala prije pandemije i za vrijeme pandemije**

Izvor: izrada autora

Iz podataka prikazanih u tablicama 19 i 20 te iz slike 14 se može vidjeti da efikasni portfelji u razdoblju pandemije za istu razinu prinosa imaju veći rizik nego efikasni portfelji prije pandemije. Na primjer, CVaR efikasnog portfelja koji pruža prinos od 0,05% u razdoblju pandemije iznosi 2,51%, a CVaR efikasnog portfelja koji pruža istu razinu prinosa prije



pandemije iznosi 1,61%. Međutim, efikasnu granicu u razdoblju pandemije sačinjavaju i portfelji koji pružaju veći prinos nego portfelj s najvećim prinosom prije pandemije, ali naravno uz veći rizik. Drugim riječima, ulagači u razdoblju pandemije mogu ostvariti veći prinos nego prije pandemije ako su spremni prihvatiti rizik koji je veći i od najvećeg rizika prije pandemije.

### 5.5. Analiza utjecaja pandemije Covid-19 na talijansko tržište kapitala

Očekivani dnevni prinos, standardna devijacija i VaR dionica talijanskog tržišta prije pandemije su prikazani u nastavku (tablica 21).

**Tablica 21: Očekivani dnevni prinos, standardna devijacija i VaR dionica s talijanskog tržišta prije pandemije**

	ENEL	ISP	ENI	STLA	STM	G	RACE	UNI	CNHI	SRG
<b>E(R)</b>	0,07%	-0,02%	0,01%	0,00%	0,08%	0,05%	0,12%	0,06%	-0,01%	0,04%
<b><math>\sigma</math></b>	1,18%	1,67%	1,13%	2,27%	2,51%	0,99%	1,76%	1,61%	1,91%	1,25%
<b>VaR (95%)</b>	1,88%	2,45%	1,99%	3,10%	4,45%	1,43%	2,41%	2,72%	3,14%	2,02%

Izvor: izrada autora

Dionica tvrtke Ferrari NV (RACE) ima najveći očekivani prinos (0,12%), a dionica tvrtke Intesa Sanpaolo (ISP) ima najmanji očekivani prinos (-0,02%) u razdoblju prije pandemije. Prema objema promatranim mjerama rizika dionica Generali Grupe (G) je najmanje rizična ( $\sigma = 0,99\%$ , VaR = 1,43%), a dionica tvrtke STMicroelectronics (STM) najviše rizična ( $\sigma = 2,51\%$ , VaR = 4,45%).

**Tablica 22: Očekivani dnevni prinos, standardna devijacija i VaR dionica s talijanskog tržišta u razdoblju pandemije**

	ENEL	ISP	ENI	STLA	STM	G	RACE	UNI	CNHI	SRG
<b>E(R)</b>	0,01%	0,02%	0,01%	0,08%	0,15%	0,02%	0,10%	0,01%	0,12%	0,04%
<b><math>\sigma</math></b>	1,93%	2,18%	2,49%	2,70%	2,76%	1,67%	1,79%	2,43%	2,87%	1,89%
<b>VaR (95%)</b>	2,52%	3,24%	3,26%	3,80%	4,12%	2,39%	2,68%	3,76%	4,03%	2,43%

Izvor: izrada autora

Očekivani dnevni prinos, standardna devijacija i VaR dionica talijanskog tržišta u razdoblju pandemije su prikazani u tablici 22. Dionica tvrtke STMicroelectronics (STM) ima najveći očekivani prinos (0,15%) te, kao i prije pandemije, najveću rizičnu vrijednost (4,12%). Međutim, gledajući standardnu devijaciju, dolazi se do zaključka da je dionica tvrtke CNH Industrial (CNHI) najrizičnija dionica u razdoblju pandemije ( $\sigma = 2,87\%$ ). Kao i prije

pandemije, prema objema promatranim mjerama rizika dionica Generali Grupe (G) je najmanje rizična ( $\sigma = 1,67\%$ ,  $VaR = 2,39\%$ ).

Polovina promatranih dionica (ISP, STLA, STM, CNHI i SRG) ima veći očekivani prinos nego prije pandemije, a četiri dionice (ENEL, G, RACE i UNI) imaju manji očekivani prinos. Sve dionice imaju veću standardnu devijaciju, a gotovo sve dionice (osim dionice tvrtke STMicroelectronic (STM)) imaju i veću rizičnu vrijednost nego prije pandemije. Najveći porast standardne devijacije (1,36 p.p.) i VaR-a (1,27 p.p.) bilježi dionica tvrtke Eni (ENI).

**Tablica 23: Efikasni portfelji sastavljeni od dionica s talijanskog tržišta prije pandemije**

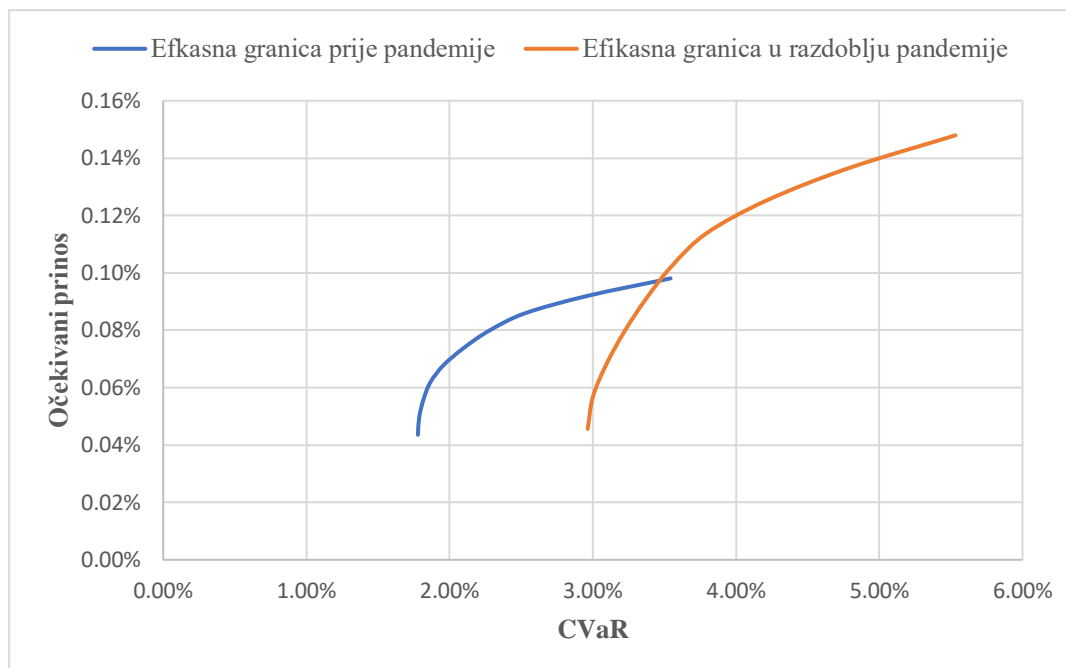
ENEL	ISP	ENI	STLA	STM	G	RACE	UNI	CNHI	SRG	E(R <sub>p</sub> )	CVaR
17,90%	0,00%	20,22%	0,00%	0,00%	47,59%	4,45%	0,00%	0,00%	9,84%	0,04%	1,78%
24,07%	0,00%	13,26%	0,00%	0,00%	48,76%	7,80%	0,00%	0,00%	6,12%	0,05%	1,79%
29,49%	0,00%	4,95%	0,00%	0,00%	51,32%	10,77%	0,00%	0,00%	3,47%	0,06%	1,82%
37,90%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	48,02%	14,08%	0,00%	0,00%	0,00%	0,06%	1,86%
45,93%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	33,53%	20,54%	0,00%	0,00%	0,00%	0,07%	1,96%
52,45%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	19,73%	27,83%	0,00%	0,00%	0,00%	0,07%	2,10%
60,98%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	5,01%	34,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,08%	2,28%
48,04%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	51,96%	0,00%	0,00%	0,00%	0,09%	2,53%
24,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	75,98%	0,00%	0,00%	0,00%	0,09%	2,97%
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,10%	3,54%

Izvor: izrada autora

**Tablica 24: Efikasni portfelji sastavljeni od dionica s talijanskog tržišta u razdoblju pandemije**

ENEL	ISP	ENI	STLA	STM	G	RACE	UNI	CNHI	SRG	E(R <sub>p</sub> )	CVaR
4,39%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	39,87%	34,65%	0,00%	0,00%	21,09%	0,05%	2,96%
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	31,18%	49,61%	0,00%	0,00%	19,21%	0,06%	3,00%
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	5,12%	22,06%	54,40%	0,00%	1,47%	16,96%	0,07%	3,10%
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	9,79%	12,65%	57,26%	0,00%	4,89%	15,41%	0,08%	3,22%
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	14,92%	2,74%	61,56%	0,00%	6,64%	14,13%	0,09%	3,37%
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	21,03%	0,00%	64,52%	0,00%	8,55%	5,90%	0,10%	3,55%
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	33,64%	0,00%	56,12%	0,00%	10,24%	0,00%	0,11%	3,79%
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	52,97%	0,00%	34,36%	0,00%	12,67%	0,00%	0,13%	4,21%
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	72,09%	0,00%	12,36%	0,00%	15,55%	0,00%	0,14%	4,79%
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,15%	5,53%

Izvor: izrada autora



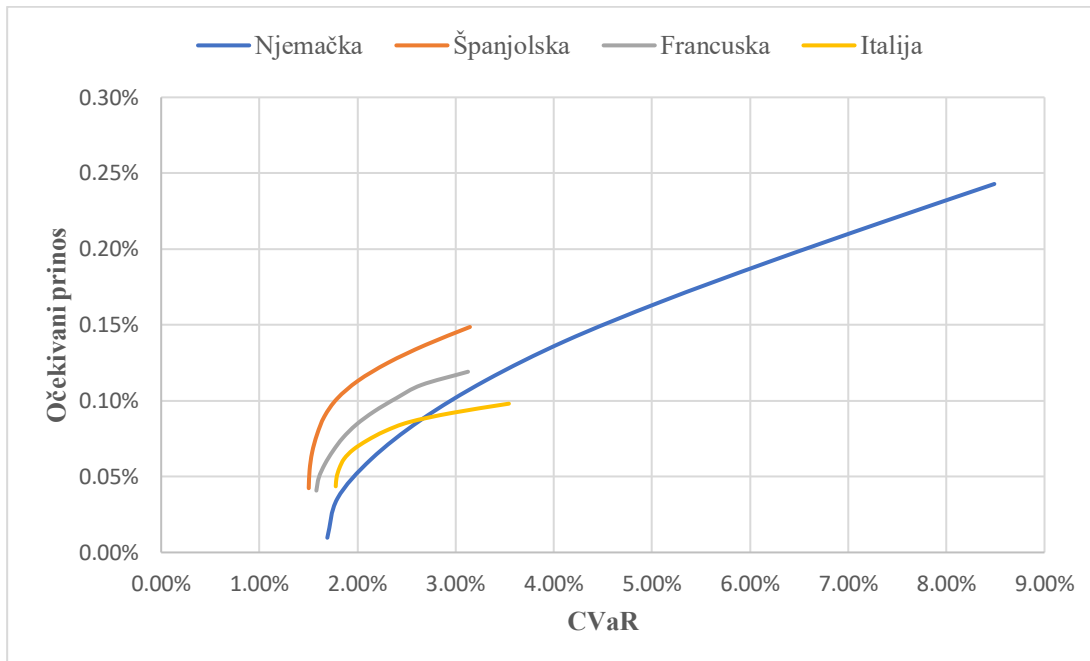
**Slika 15: Efikasne granice na talijanskom tržištu kapitala prije pandemije i za vrijeme pandemije**

Izvor: izrada autora

Iz podataka prikazanih u tablicama 23 i 24 te iz slike 15 se može vidjeti da efikasni portfelji u razdoblju pandemije nose veći rizik nego efikasni portfelji prije pandemije za istu razinu prinosa. Na primjer, CVaR efikasnog portfelja koji pruža prinos od 0,06% u razdoblju pandemije iznosi 3%, a CVaR efikasnog portfelja koji pruža istu razinu prinosa prije pandemije iznosi tek 1,82%. Međutim, kao što je slučaj i na francuskom tržištu, efikasnu granicu na talijanskom tržištu u razdoblju pandemije sačinjavaju i portfelji s prinosom većim od maksimalnog prinosa prije pandemije, ali naravno i rizikom većim od maksimalnog rizika prije pandemije.

Dakle, sve promatrane dionice s njemačkog, španjolskog, francuskog i talijanskog tržišta, osim dionica tvrtke Linde i tvrtke STMicroelectronic, imaju veću standardnu devijaciju i veću rizičnu vrijednost nego prije pandemije. Prema tome, druga hipoteza, da je pandemija Covid-19 uzrokovala povećanje rizika dionica na tržištima kapitala zemalja Europske unije, se djelomično potvrđuje. Nadalje, na svim promatranim tržištima efikasni portfelji u razdoblju pandemije za istu razinu prinosa imaju veći rizik nego efikasni portfelji prije pandemije. Dakle, treća hipoteza se također potvrđuje.

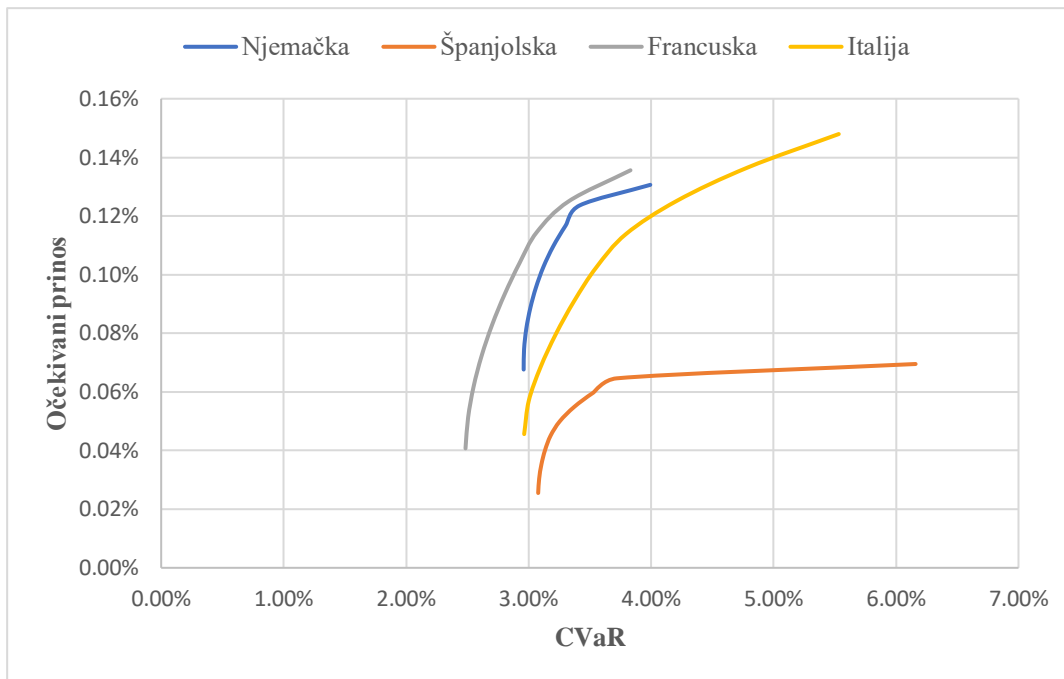
## 5.6. Usporedba utjecaja pandemije Covid-19 na promatrana tržišta kapitala



**Slika 16: Efikasne granice na njemačkom, španjolskom, francuskom i talijanskom tržištu kapitala prije pandemije**

Izvor: izrada autora

Iz slike 16 se može vidjeti da se u razdoblju prije pandemije na španjolskom tržištu ostvaruje najveći prinos za zadanu stopu rizika. Međutim, u razdoblju pandemije se ulaganjem na španjolskom tržištu ostvaruje najmanji prinos za zadanu stopu rizika (slika 17), što navodi na zaključak da je španjolsko tržište najviše pogođeno pandemijom Covid-19. Također, iz slike 16 se može vidjeti da se prije pandemije na talijanskom tržištu pri nižim razinama rizika ostvaruje veći prinos nego na njemačkom tržištu. Međutim, u razdoblju pandemije se na talijanskom tržištu za danu razinu rizika ostvaruje manji prinos nego na njemačkom tržištu (slika 17). Dakle, može se zaključiti da je talijansko tržište više pogođeno pandemijom nego njemačko tržište.



**Slika 17: Efikasne granice na njemačkom, španjolskom, francuskom i talijanskom tržištu kapitala u razdoblju pandemije**

Izvor: izrada autora

## 6. ZAKLJUČAK

Pandemija Covid-19 je uzrokovala globalnu zdravstvenu krizu bez presedana u novijoj povijesti i nagli pad na tržištima kapitala diljem svijeta. Sva tržišta kapitala su pogođena pandemijom, ali različitim intenzitetom. Ovo istraživanje je usmjereno na analizu utjecaja pandemije Covid-19 na tržišta kapitala zemalja Europske unije usporedbom efikasnih granica prije i za vrijeme pandemije. Obuhvaćena su tržišta kapitala četiriju zemalja: Njemačke, Španjolske, Francuske i Italije. Istraživanje je provedeno na temelju dnevnih prinosa deset dionica sa svakog promatranog tržišta u razdoblju od 3. siječnja 2018. do 30. prosinca 2019. godine. i u razdoblju od 3. siječnja 2020. do 30. prosinca 2021. godine.

Prije procjene efikasnih granica provedeno je testiranje normalnosti distribucija prinosa. Rezultati su pokazali da tek manji broj dionica ima normalno distribuirane prinose prije pandemije, dok za vrijeme pandemije niti jedna od promatranih dionica nema normalno distribuirane prinose. Distribucije prinosa su donekle asimetrične te imaju deblje repove nego normalna distribucija. Povećanje koeficijenta zaobljenosti u odnosu na razdoblje prije pandemije navodi na zaključak da je učestalost ekstremnih prinosa znatno veća nego prije pandemije.

Usporedba efikasnih granica prije pandemije i za vrijeme pandemije je pokazala da se za vrijeme pandemije ulagači moraju izložiti većem riziku kako bi ostvarili željeni prinos. Na talijanskom i francuskom tržištu se za vrijeme pandemije može ostvariti prinos veći od najvećeg prinosa prije pandemije, ali naravno uz rizik veći od maksimalnog rizika prije pandemije. Nadalje, pokazalo se da je negativan utjecaj pandemije na talijansko tržište kapitala izraženiji nego negativan utjecaj pandemije na njemačko tržište kapitala te da je španjolsko tržište najviše pogođeno pandemijom. Istraživanjem se nastojalo utvrditi i je li došlo do promjene rizika dionica u odnosu razdoblje prije pandemije. Usporedba standardnih devijacija i rizičnih vrijednosti prije pandemije i za vrijeme pandemije je pokazala da su gotovo sve dionice zabilježile povećanje rizika u odnosu na razdoblje prije pandemije.

Bitno je spomenuti da ovo istraživanje ima određene nedostatke. Istraživanjem je obuhvaćeno samo deset dionica sa svakog promatranog tržišta, stoga bi bilo nužno provesti slično istraživanje na većem broju dionica. Nadalje, sva analizirana tržišta spadaju u razvijena tržišta. U budućim istraživanjima bi bilo zanimljivo ispitati postoji li razlika u utjecaju pandemije na razvijena tržišta i tržišta u razvoju.

## LITERATURA

1. Al-Awadhi, A.M., Al-Saifi, K., Al-Awadhi, A. I Alhamadi, S. (2020). Death and contagious infectious diseases: Impact of the COVID-19 virus on stock market returns. *Journal of Behavioral and Experimental Finance*. Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7144859/> [18.2.2022]
2. Albulescu, C. (2020). Coronavirus and financial volatility: 40 days of fasting and fear. Dostupno na: <https://ssrn.com/abstract=3550630> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3550630> [18.2.2022]
3. Aljinović, Z., Marasović, B. i Šego, B. (2011). *Financijsko modeliranje, II. Izmijenjeno i dopunjeno izdanje*. Split: Ekonomski fakultet u Splitu.
4. Amenc, N. i Le Sourd, V. (2003). *Portfolio theory and performance analysis*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd.
5. Ammann, M. i Reich, C. (2001). *Value-at-Risk for nonlinear Financial Instruments – Linear Approximation or Full Monte-Carlo?* University of Basel, WWZ/Department of Finance, Working Paper No 8/01.
6. Anđelinović, M., Pavković, A., i Šegović, B. (2021). Utjecaj pandemije COVID-19 na burzovne indekse odabranih zemalja. *Notitia - časopis za ekonomske, poslovne i društvene teme*, Vol. 3, No. 1, pp. 47-61.
7. Aparicio, F. i Estrada, J. (1999). *Empirical Distributions of Stock Returns: European Securities Markets, 1990-95*. Business Economics Series, Vol. 2, Universidad Carlos de la Empresa, Spain.
8. Bilka, M. i Aljinović, Z. (2021). The role of cryptocurrencies in the portfolio optimization during the Covid-19 pandemic. U: Drobne, S., Zadnik Stirn, L., Kljajić Borštnar, M., Povh, J. & Žerovnik, J. (ur.) *SOR '21 proceedings : the 16th International Symposium on Operational Research in Slovenia*, str. 255-261.
9. Bolsa de Madrid (2022). *IBEX 35 Factsheet*. Dostupno na: [https://www.bolsamadrid.es/docs/SBolsas/InformesSB/FS-Ibex35\\_ING.pdf](https://www.bolsamadrid.es/docs/SBolsas/InformesSB/FS-Ibex35_ING.pdf) [1.5.2022]
10. Damodaran, A. (2007). *Strategic Risk Taking: A Framework for Risk Management*. New Jersey: Pearson Education

11. Dioretico, F. (2020). Which sectors are most impacted by the Covid-19 pandemic? Dostupno na: <https://sgs.deminor.com/en/which-sectors-are-most-impacted-by-the-covid-19-pandemic/> [20.4.2022]
12. Dowd, D. (1998). Beyond Value at Risk, The New Science of Risk Managmanet. New York: John Wiley & Sons, Inc.
13. Egan, W. J. (2007). The Distribution of S&P Index Returns. Dostupno na: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=955639](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=955639) [23.2.2022]
14. Elton, E. J. i Gruber, M. J. (1997). Modern portfolio theory, 1950 to date. Journal of Banking & Finance, Vol. 21, No. 11, pp. 1743-1759.
15. Elton, E. J., Gruber, M. J., Brown, B. J. i Goetzmann, W. N. (2014). Modern Portfolio Theory and Invesment Analysis. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc
16. Euronext (2022). CAC 40 Factsheet. Dostupno na: [file:///C:/Users/HT-ICT/Downloads/CAC 40 Factsheet 20220331.pdf](file:///C:/Users/HT-ICT/Downloads/CAC_40_Factsheet_20220331.pdf) [2.5.2022]
17. European Centre for Disease Prevention and Control (2020). Situation update worldwide. Dostupno na: <https://www.ecdc.europa.eu/en/geographical-distribution-2019-ncov-cases>. [16. 2. 2022]
18. Eurostat (2022). Gross domestic product at market prices. Dostupno na: <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tec00001/default/table?lang=en> [12.4.2022]
19. Fernandez-Perez, A., Gilbert, A., Indriawan, I. i Nguyen, N.H. (2021). COVID-19 pandemic and stock market response: A culture effect. Journal of Behavioral and Experimental Finance. Dostupno na: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221463502030383X> [18.2.2022]
20. Francis, J. C. i Kim, D. (2013). Modern portfolio theory : foundations, analysis, and new developments. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.
21. FTSE Russell (2022) FTSE MIB Index Factsheet. Dostupno na: [file:///C:/Users/HT-ICT/Downloads/FTSEMIB 20220429.pdf](file:///C:/Users/HT-ICT/Downloads/FTSEMIB_20220429.pdf) [2.5.2022]
22. Giorgi, D. E. (2002). A Note on Portfolio Selection under Various Risk Measures. Dostupno na: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=762104](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=762104) [18.2.2022]
23. Hafsa, H. (2015). CVaR in portfolio optimization: An Essay on the French Market. International Journal of Financial Research, Vol. 6, No. 2, pp. 101-111.
24. Harjoto, M., Rossi, F., Lee, R. i Sergi, B. (2021). How do equity markets react to COVID-19? Evidence from emerging and developed countries. Journal of Economics



- and Business. Dostupno na: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0148619520304100> [18.2.2022]
25. Hendricks, D. (1996). Evaluation of Value-at-Risk Models Using Historical Data. *Economic Policy Review*, April 1996.
  26. Hoe, L. W., Hafizah, J. S. i Zaidi, I. (2010). An empirical comparison of different risk measures in portfolio optimization. *Bus. Econ. Horiz.*, Vol. 1, No. 1, pp. 39-45.
  27. Hussain, S. (2020). Global stock markets plunge on coronavirus fears, BBC News, 24. veljače. Dostupno na: <https://www.bbc.com/news/business-51612520> [23.2.2022]
  28. Jackson, P., Maude, D.J. i Perraudin, W. (1997). Bank capital and value at risk. *Journal of Derivatives*, Vol. 4, No. 3, pp. 73-90.
  29. Jorion, P. (2007). *Value at Risk, The New Benchmark for Managing Financial Risk*. 3. izd. New York: McGraw-Hill
  30. Kon, S. J. (1984). Models of Stock Returns--A Comparison. *The Journal of Finance*, Vol. 39, No. 1, pp. 147–165.
  31. Konno, H., i Yamazaki, H. (1991). Mean-Absolute Deviation Portfolio Optimization Model and Its Applications to Tokyo Stock Market. *Management Science*, Vol. 37, No. 5, pp. 519–531.
  32. Kupiec, P. (1995). Techniques for verifying the accuracy of risk management models. *Journal of Derivatives*, Vol. 3, No. 2, pp. 73-84.
  33. Lekovic, M. (2021). Historical development of portfolio theory. *Tehnika*, Vol. 76, No. 2, pp. 220-227.
  34. Letmark, M. i Ringstrom, M. (2006). Robustness of Conditional Value-at-Risk (CVaR) for Measuring Market Risk. Master's Thesis. Stockholm School of Economics.
  35. Linsmeier, J. i Pearson, N.D. (1996). Risk Measurement: An Introduction to Value At Risk. Working Paper 96-04. University of Illinois at Urbana-Champaign. Dostupno na: <https://exinfm.com/training/pdffiles/valueatrisk.pdf> [20.3.2022.]
  36. Marasović, B. (2016). Model za rebalans portfelja s uključenim transakcijskim troškovima i donjom poluapsolutnom devijacijom kao mjerom rizika. *Ekonomski misao i praksa*, Vol. 25, No. 2, pp. 515-534.
  37. Marasović, B. i Šego, B. (2006). Izbor optimalnog portfelja alternativnim mjerama rizika. *Računov. Financ.*, Vol. 7, pp. 66-71.
  38. Markowitz, H. (1999). The early history of portfolio theory: 1600- 1960. *Financial analysts journal*, Vol. 55, No. 4, pp. 5-16.

39. Markowitz, H. M. (1959). Portfolio selection: efficient diversification of investments. New York: John Wiley & Sons, Inc.
40. Mohsin A., Nafis, A i Syed A. R. (2020). Coronavirus (COVID-19) — An epidemic or pandemic for financial markets. Journal of Behavioral and Experimental Finance. Dostupno na: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214635020301350> [18.2.2022]
41. Nieppola, O. (2009). Backtesting Value at Risk Models. Master's Thesis. Helsinki School of Economics.
42. Niermann, L. i Pitterle, I. A., 2021. The COVID-19 crisis: what explains cross-country differences in the pandemic's short-term economic impact? MPRA Paper 107414. University Library of Munich.
43. Omisore, I., Yusuf, M. i Christopher, N. (2012). The modern portfolio theory as an investment decision tool. Journal of Accounting and Taxation, Vol. 4, No. 2, pp. 19-28.
44. Our World in Data (2022). Dostupno na: <https://ourworldindata.org/explorers/coronavirus-data-explorer?time=earliest..2021-12-30&facet=none&Metric=Confirmed+cases&Interval=Cumulative&Relative+to+Population=true&Color+by+test+positivity=false&country=DEU~ESP~HUN~POL> [3.4.2022]
45. Our World in Data (2022). Dostupno na: <https://ourworldindata.org/explorers/coronavirus-data-explorer?time=earliest..2021-12-31&facet=none&uniformYAxis=0&Metric=Confirmed+deaths&Interval=Cumulative&Relative+to+Population=true&Color+by+test+positivity=false&country=ESP~DEU~POL~HUN> [5.4.2022]
46. Qontigo (2022). DAX INDEX. Dostupno na: [https://www.dax-indices.com/document/Resources/Guides/Factsheet\\_DAX%20USD\\_NR.pdf](https://www.dax-indices.com/document/Resources/Guides/Factsheet_DAX%20USD_NR.pdf) [1.5.2022]
47. RiskMetrics Group (1999). Risk Management: a Practical Guide. Dostupno na: <https://www.msci.com/documents/10199/3c2dcea9-97be-4fb4-befe-a03b75c885aa> [20.3.2022]
48. Rockafellar, R. T. i Uryasev, S. (2000). Optimization of conditional value-at-risk. Journal of risk, Vol. 2, No. 3, pp. 21-42.
49. Škarica, A. (2017). Primjena donje polu-varijance na regionalna tržišta kapitala. Diplomski rad. Split: Sveučilište u Splitu, Ekonomski fakultet
50. Tomić-Plazibat, N., Aljinović, Z. i Marasović, B. (2006). Matematički modeli u financijskom upravljanju. Split: Ekonomski fakultet u Splitu.

51. Uryasev, S. (2000). Conditional value at risk: Optimization algorithms and applications. Financial Engineering News, Vol. 14, pp. 1-5.
52. Wiener, Z. (1999), Introduction to VaR (Value-at-Risk), Risk Management and Regulation in Banking. Boston: Kluwer Academic Publishers. Dostupno na: <https://pluto.huji.ac.il/~mswiener/research/Intro2VaR3.pdf> [22.3.2022]
53. World Health Organization (2020). WHO Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19. Dostupno na: <https://www.who.int/dg/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-mission-briefing-on-covid-19-13-march> [16. 2. 2022]

## POPIS SLIKA

Slika 1: Sustavni i nesustavni rizik portfelja.....	16
Slika 2: Skup svih mogućih kombinacija vrijednosnica.....	17
Slika 3: Efikasna granica i skup minimalne varijance.....	17
Slika 4: Izbor optimalnog portfelja .....	18
Slika 5: Optimalni portfelj ulagača koji je vrlo nesklon riziku.....	19
Slika 6: VaR portfelja s normalno distribuiranim prinosima.....	25
Slika 7: Grafička interpretacija CVaR-a.....	27
Slika 8: Kretanje ukupnog broja slučajeva zaraze koronavirusom na milijun stanovnika u Francuskoj, Španjolskoj, Italiji i Njemačkoj u razdoblju od 15. veljače 2020. do 31. prosinca 2021. godine.....	28
Slika 9: Kretanje ukupnog broja umrlih od koronavirusa na milijun stanovnika u Španjolskoj, Mađarskoj, Poljskoj i Njemačkoj u razdoblju od 15. veljače 2020. do 31. prosinca 2021. godine .....	29
Slika 10: Kretanje BDP-a promatranih zemalja za vrijeme pandemije.....	30
Slika 11: Kretanje glavnih burzovnih indeksa njemačkog (DAX), francuskog (CAC 40), talijanskog (FTSE MIB) i španjolskog (IBEX 35) tržišta u razdoblju od 2. siječnja 2020. do 30. prosinca 2021. godine.....	31
Slika 12: Efikasne granice na njemačkom tržištu kapitala prije pandemije i za vrijeme pandemije.....	41
Slika 13: Efikasne granice na španjolskom tržištu kapitala prije pandemije i za vrijeme pandemije.....	44
Slika 14: Efikasne granice na francuskom tržištu kapitala prije pandemije i za vrijeme pandemije.....	46
Slika 16: Efikasne granice na talijanskom tržištu kapitala prije pandemije i za vrijeme pandemije.....	49
Slika 17: Efikasne granice na njemačkom, španjolskom, francuskom i talijanskom tržištu kapitala prije pandemije.....	50
Slika 18: Efikasne granice na njemačkom, španjolskom, francuskom i talijanskom tržištu kapitala u razdoblju pandemije .....	51

## POPIS TABLICA

Tablica 1: Odabrane dionice s njemačkog tržišta.....	32
Tablica 2: Rezultati Kolmogorov-Smirnov testa te mjere zaobljenosti i asimetrije (njemačko tržište) .....	33
Tablica 3: Odabrane dionice s španjolskog tržišta .....	34
Tablica 4: Rezultati Kolmogorov-Smirnov testa te mjere zaobljenosti i asimetrije (španjolsko tržište) .....	34
Tablica 5: Odabrane dionice s francuskog tržišta .....	35
Tablica 6: Rezultati Kolmogorov-Smirnov testa te mjere zaobljenosti i asimetrije (francusko tržište) .....	36
Tablica 7: Odabrane dionice s talijanskog tržišta.....	37
Tablica 8: Rezultati Kolmogorov-Smirnov testa te mjere zaobljenosti i asimetrije (talijansko tržište) .....	37
Tablica 9: Očekivani dnevni prinos, standardna devijacija i VaR dionica s njemačkog tržišta prije pandemije .....	39
Tablica 10: Očekivani dnevni prinos, standardna devijacija i VaR dionica s njemačkog tržišta u razdoblju pandemije .....	39
Tablica 11: Efikasni portfelji sastavljeni od dionica s njemačkog tržišta prije pandemije .....	40
Tablica 12: Efikasni portfelji sastavljeni od dionica s njemačkog tržišta u razdoblju pandemije .....	40
Tablica 13: Očekivani dnevni prinos, standardna devijacija i VaR dionica s španjolskog tržišta prije pandemije .....	42
Tablica 14: Očekivani dnevni prinos, standardna devijacija i VaR dionica s španjolskog tržišta u razdoblju pandemije .....	42
Tablica 15: Efikasni portfelji sastavljeni od dionica s španjolskog tržišta prije pandemije .....	43
Tablica 16: Efikasni portfelji sastavljeni od dionica s španjolskog tržišta u razdoblju pandemije .....	43
Tablica 17: Očekivani dnevni prinos, standardna devijacija i VaR dionica s francuskog tržišta prije pandemije .....	44
Tablica 18: Očekivani dnevni prinos, standardna devijacija i VaR dionica s francuskog tržišta u razdoblju pandemije .....	45
Tablica 19: Efikasni portfelji sastavljeni od dionica s francuskog tržišta prije pandemije .....	45

Tablica 20: Efikasni portfelji sastavljeni od dionica s francuskog tržišta u razdoblju pandemije .....	46
Tablica 21: Očekivani dnevni prinos, standardna devijacija i VaR dionica s talijanskog tržišta prije pandemije .....	47
Tablica 22: Očekivani dnevni prinos, standardna devijacija i VaR dionica s talijanskog tržišta u razdoblju pandemije .....	47
Tablica 23: Efikasni portfelji sastavljeni od dionica s talijanskog tržišta prije pandemije .....	48
Tablica 24: Efikasni portfelji sastavljeni od dionica s talijanskog tržišta u razdoblju pandemije .....	48

## SAŽETAK

U ovom istraživanju se nastojalo ispitati kako je pandemija Covid-19 utjecala na tržišta kapitala zemalja Europske unije usporedbom efikasnih granica prije i za vrijeme pandemije. Efikasni portfelji su izračunati primjenom modela s uvjetnom rizičnom vrijednošću kao mjerom rizika. Analiza je provedena na temelju dnevnih prinosa dionica s njemačkog, španjolskog, talijanskog i francuskog tržišta kapitala. Rezultati su pokazali da je za istu razinu prinosa rizik efikasnih portfelja u razdoblju pandemije veći od rizika portfelja prije pandemije. Također, rezultati sugeriraju da je španjolsko tržište kapitala najviše pogođeno pandemijom. Nadalje, utvrđeno je da se rizik dionica povećao u odnosu na razdoblje prije pandemije.

**Ključne riječi:** pandemija Covid-19, efikasna granica, moderna teorija portfelja

## SUMMARY

The aim of this paper was to examine how Covid-19 pandemic affected capital markets of European union countries by comparing efficient frontiers before and during the pandemic. Efficient portfolios were calculated using the mean – CVaR portfolio optimization model. The calculations are based on daily returns of German, Spanish, French, and Italian market stocks. Results show that pandemic-era efficient portfolios have a higher level of risk than pre-pandemic efficient portfolios for the same level of return. Results also suggest that the Spanish market is most negatively affected by the pandemic. Moreover, it was determined that stocks are riskier than before the pandemic.

**Key words:** Covid-19 pandemic, efficient frontier, modern portfolio theory