

Analiza mobilnosti građana i rasta broja zaraženih tijekom pandemije Covid-19

Markulak, Dunja

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of Mathematics / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za matematiku**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:126:329646>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-12**



Repository / Repozitorij:

[Repository of School of Applied Mathematics and Computer Science](#)



Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera
Sveučilišni preddiplomski studij Matematika i računarstvo

Dunja Markulak

**Analiza mobilnosti građana i rasta
broja zaraženih tijekom pandemije
COVID-19**

Završni rad

24. rujna 2021.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera
Sveučilišni preddiplomski studij Matematika i računarstvo

Dunja Markulak

**Analiza mobilnosti građana i rasta
broja zaraženih tijekom pandemije
COVID-19**

Završni rad

Mentor: doc. dr. sc. Danijel Grahovac

24. rujna 2021.

Sadržaj

Ovaj rad temelji se na analizi podataka o mobilnosti građana u Hrvatskoj tijekom pandemije COVID-19 u odnosu na rast broja zaraženih tijekom pandemije. Također podaci za Hrvatsku usporedit će se s podacima za Bosnu i Hercegovinu te Švedsku zbog njihovih drugačijih strategija u odnosu na Hrvatsku. Nadalje podaci će se analizirati i po statističkim regijama (Panonska Hrvatska, Jadranska Hrvatska te Sjeverozapadna Hrvatska).

Ključne riječi

R Markdown, mobilnost, COVID-19, Hrvatska

Analyzing mobility and growth of number of infected people during COVID-19 pandemic

Summary

This paper is based on analyzing mobility in regards to number of infected during COVID-19 pandemic in Croatia. Data for Croatia is also compared to data in Bosnia and Herzegovina and Sweden because of the difference in strategy during the pandemic. Furthermore data is analyzed between three regions - Pannonian, Adriatic and Northwest Croatia.

Key words

R Markdown, mobility, COVID-19, Croatia

Sadržaj

1	Korišteni podaci	2
1.1	COVID-19 Community Mobility Report by Google	2
1.2	Podaci o broju zaraženih	2
2	R Markdown	3
3	Opis tijeka situacije s pandemijom COVID-19 i strategije država	3
3.1	Hrvatska	3
3.2	Strategija Bosne i Hercegovine	4
3.3	Strategija Švedske	7
4	Analiza mobilnosti građana	8
4.1	Mobilnost po kategorijama	8
4.1.1	Boravak u parkovima	8
4.1.2	Posjećivanje zabavnih sadržaja	10
4.1.3	Korišćenje javnog prijevoza	12
4.1.4	Posjećivanje marketa i ljekarni	14
4.1.5	Boravak na radnom mjestu	17
4.1.6	Boravak na mjestu prebivališta	19
4.2	Očekivana vrijednost mobilnosti u prvoj i drugoj polovini pandemije	21
4.3	Mobilnost i usporedba s brojem zaraženih po regijama	22
4.3.1	Mobilnost i broj zaraženih po regijama	22
4.3.2	Usporedba mobilnosti po regijama	27
5	Diskusija	31

Uvod

Pandemija COVID-19 zahvatila je cijeli svijet, tako i Hrvatsku. Prvi slučaj u Hrvatskoj pojavio se u veljači 2020. godine, svega nekoliko tjedana prije proglašenja globalne pandemije. Kako bi pomogao u suzbijanju pandemije te zdravstvenim djelatnicima Google je napravio javno dostupnom bazu podataka pod nazivom *COVID-19 Community Mobility Report by Google* pomoću koje se u razdoblju od 15. veljače 2020. do 31. prosinca 2020. pratilo kretanje građana u pojedinim zemljama. Pomoću R jezika (uvelike korišten u podatkovnoj znanosti) te R Markdowna, koji omogućava izradu izvješća uz implementaciju koda, napravljena je analiza tih podataka za Hrvatsku. Također je napravljen prikaz broja zaraženih u Hrvatskoj, Bosni i Hercegovini te Švedskoj s ciljem da se uspoređi mobilnost i rast broja zaraženih unutar tri države. Nadalje se isto napravilo za tri statističke regije u Hrvatskoj - Panonska, Jadranska te Sjeverozapadna Hrvatska.

1 Korišteni podaci

1.1 COVID-19 Community Mobility Report by Google

Baza podataka za mobilnost građana je izdana od strane Google-a pod nazivom - *COVID-19 Community Mobility Report by Google*. Sama baza kao i njen detaljniji opis dostupna je ovdje [6] te je dostupna u csv formatu na globalnoj razini te zasebna csv datoteka za svaku regiju, odnosno državu. Baza podataka je javno dostupna te bilježi kretanje stanovništva u državama i njezinim regijama u razdoblju od 15. veljače do 31. prosinca 2020. godine. Sama baza je napravljena s ciljem pomoći djelatnicima u javnom zdravstvu kako bi se lakše suzbila pandemija COVID-19, odnosno kako bi se mogli analizirati podaci kretanja stanovnika tj. promjena u svakodnevnom kretanju s obzirom na mjere provedene za suzbijanje pandemija COVID-19.

Baza, osim podataka o kojoj državi i regiji se radi te kojem datumu, sadrži podatke o razlici kretanja stanovnika u pojedinim kategorijama u odnosu na vrijeme prije pandemije (utvrđeno na promatranju nekoliko tjedana prije proglašene pandemije i postavljeno kao početni pravac) te svakodnevna procjena za vrijeme pandemije. Kategorije su:

- u parkovima, odnosno gradskim parkovima, klupama, psećim parkovima i sl.
- u marketima za nabavu osnovnih potrepština te ljekarnama
- u javnom prijevozu tj. autobus, vlak, tramvaj, podzemna željeznica i sl.
- na javno potrošačkim mjestima, odnosno restorani, kafići, trgovački centri, zabavni parkovi, muzeji i sl. (dalje u tekstu zabavni sadržaj)
- u području prebivališta
- na radnom mjestu

Vrijednosti su računane kao odstupanja od početne vrijednosti koja je izračunata kao medijan u razdoblju od 5 tjedana od 3. siječnja do 6. veljače 2020. Početna vrijednost postavljena je na 1, a svako odstupanje smatra se 1% razlike od početne vrijednosti. Važno je napomenuti da je Google izradio bazu koristeći povijest lokacije svojih korisnika, uz poštivanje svojih pravila privatnosti ne napominjući identitet, kontakt ili kretanje pojedinca. Samu povijest lokacije korisnik može obrisati te isključiti u bilo kojem trenutku. Iz ovog razloga moguća su odstupanja i može, ali i ne mora prikazivati realnu sliku.

1.2 Podaci o broju zaraženih

Baza podataka broja zaraženih u Hrvatskoj koja je korištena jest globalna baza podataka koja prati ukupan broj zaraženih, broj novozaraženih, preminulih i hospitaliziranih. Baza je dostupna na github repozitoriju [4]. Globalna baza podataka sadrži informacije od 1. siječnja 2020. te se svakodnevno nadopunjava. Nadalje podaci o broju zaraženih po regijama mogu se pronaći u ovoj json datoteci [8]. Podaci sadrže broj oboljelih u svakoj županiji od 21. ožujka te se svakog dana ažuriraju.

2 R Markdown

Ovaj rad rađen je u R Markdown-u koji je dio je Rstudio software-a te je kao i sam RStudio besplatan za korištenje i dostupan svima. R Markdown stvoren je 2014. godine. U pozadini R Markdown se zasniva na *knitr* paketu i *Pandoc* paketu pomoću kojih se R Markdown prebacuje u običan Markdown oblik iz kojeg je moguće dobiti različite formate. R Markdown moguće je kompajlirati u:

- različite formate za izvješća kao što su Word i pdf
- bilježnicu koja omogućava pokretanje koda
- prezentacijske oblike poput LaTeX Beamer ili PowerPoint

Također moguće je stvoriti interaktivne prikaze, izraditi web stranice uz R Shiny ili generirati blogove.

Kao i cijeli RStudio koristi se ponajviše za analizu podataka te je njegova funkcionalnost tome priklonjena u odnosu na obični Markdown.

Sam kod moguće je pisati u Python-u, R-u, SQL-u, JavaScript i CSS, Rcpp, Stan, Julia, C, Fortran. Najčešće korišteni jezici su oni orijentirani ka statističkoj analizi podataka, odnosno R, SQL i Python.

Više informacija o R Markdown-u te cijelom RStudio i R programskom jeziku može se pronaći na službenoj dokumentaciji R-a [13], službenoj RStudio stranici [14] te knjizi [7] gdje se nalaze i upute za korištenje R Markdown-a.

U izradi ovog rada za grafičke prikaze korišten je ggplot2 sustav, odnosno paket. Ggplot2 bazira se na *The Grammar of Graphics* pomoću kojeg se jasno definiraju dijelovi pojedinog grafičkog prikaza. Više informacija o ovom paketu moguće je pronaći u ovoj knjizi [18] te ovoj stranici [5].

3 Opis tijeka situacije s pandemijom COVID-19 i strategije država

Opisat ćemo ukratko tijek pandemije u Hrvatskoj i navesti bitne datume tijekom pandemije, kao što su datum prvog zabilježenog slučaja, početak zatvaranja određenih ustanova, ograničavanje kretanja kroz državu i slično. Za Bosnu i Hercegovinu te Švedsku ukratko ćemo objasniti specifične strategije koje su zauzeli u dijelu pandemije.

3.1 Hrvatska

Prvi slučaj zaraze virusom COVID-19 u Hrvatskoj zabilježen je 25. ožujka 2020. Početkom ožujka uvedene su zaštitne mjere nošenja maski na javnim zatvorenim mjestima, dezinfekcija

ruku te 14 dnevna karantena za sve koji ulaze u državu. 11. ožujka WHO¹ je proglasio globalnu pandemiju te je svega 5 dana kasnije 16. ožujka dolazi do zatvaranja škola, fakulteta i vrtića. 18. ožujka potvrđen je prvi smrtni slučaj uzrokovan koronavirusom, a 19. ožujka zatvara se većina trgovačkih mjesta osim onih s hranom i higijenskim potrepštinama te se zatvaraju kulturni centri, obustavljaju sportska natjecanja te dolazi do zabrane okupljanja više od 5 osoba. Od 23. ožujka kreće zabrana napuštanja mjesta prebivališta odnosno boravišta.

Mjere su se postepeno popuštale kroz svibanj i lipanj te je situacija bila stabilna sve do rujna kada dolazimo do drugog vala. Već početkom rujna, 5. rujna 2020. održan je veliki prosvjed u Zagrebu pod nazivom *Festival slobode* gdje su se građani bunili protiv svih dosadašnjih epidemioloških mjera stožera. Tijekom drugog vala u listopadu, 24. listopada 2020., prvi put je zabilježeno više od dvije tisuće novozaraženih. Nakon čega 25. listopada ponovno se postrožavaju epidemiološke mjere koje su uključivale zabranu posjetitelja na sportskim događajima, zabrana alkoholnih pića nakon ponoći do 6 sati te je smanjen dozvoljen broj ljudi na svadbama i pogrebima. Tijekom prosinca, 21. prosinca 2020. ponovno se uvodi zabrana napuštanja mjesta boravišta bez propusnice, no mjera se ukida nakon potresa u Petrinji 29. prosinca.2020.

Navedeni datumi i događanja opisani su na ovim internet stranicama [9] [11].

Što se tiče razine strogosti mjera Hrvatska je u ožujku 2020., prema Oxfordovom praćenju strogosti mjera koje je prikazano na skali od 0 do 100, bila na visokih 96.30. Razina strogosti mjera postupno je padala sve do studenog 2020. godine. Detaljan pregled razine strogosti mjera moguće je pronaći ovdje [3]

Gledajući krivulju ukupnog broja zaraženih (Slika 1) od prvog slučaja pa do kraja 2020. godine vidimo da u prosincu prelazi i brojku od 200000.

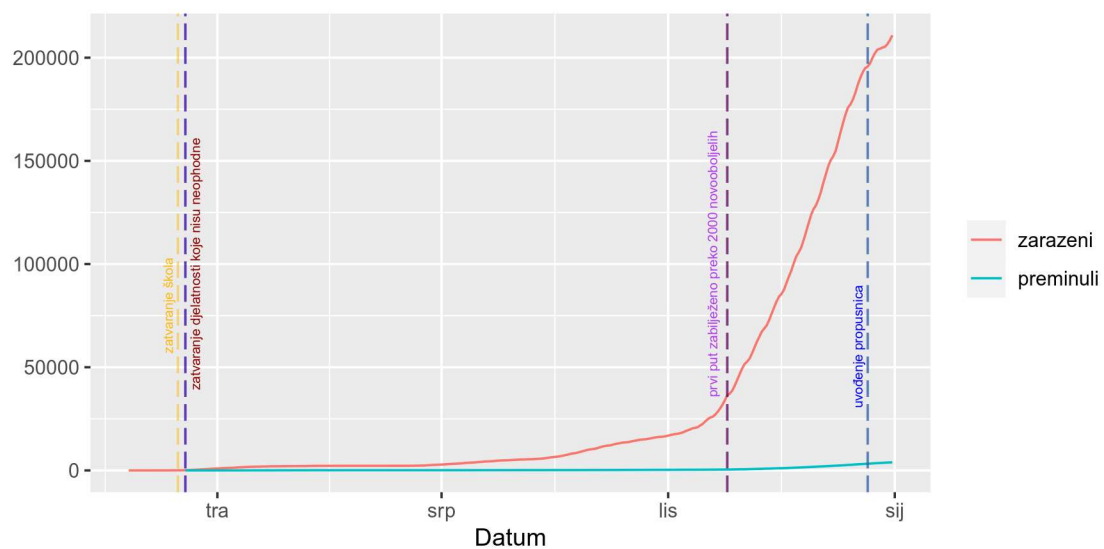
Prikaz dnevne promjene podataka novooboljelih i preminulih vidljiv je na grafu Slika 2. Možemo uočiti da se najveći broj dnevnih slučajeva javlja u prosincu, a do najvećeg porasta dolazi u listopadu gdje i započinje drugi val pandemije.

Na dijelu gdje uočavamo najveći porast broja zaraženih dnevno napraviti ćemo epidemiološku krivulju odnosno stupčasti dijagram dnevnog broja zaraženih s točno naznačenim brojem novozaraženih taj dan. Uočavamo da je najveći dnevni broj zaraženih čak 4620 zabilježen početkom prosinca.

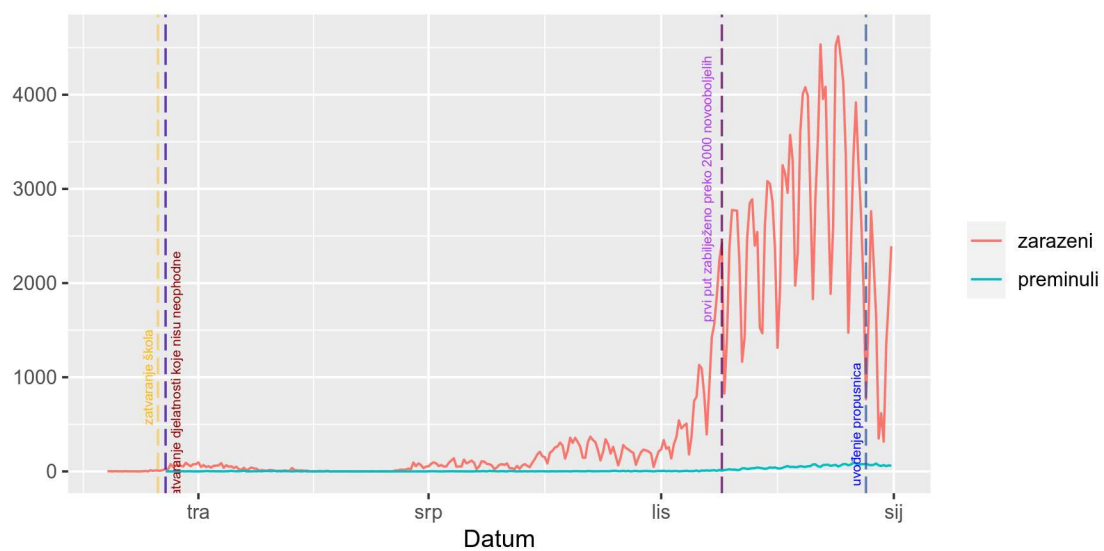
3.2 Strategija Bosne i Hercegovine

Što se tiče BiH prvi slučaj koronavirusa potvrđen je 5. ožujka, samo nekoliko dana prije proglašenja pandemije. Što se tiče drugog vala pandemije BiH je imala znatno velik broj, a smatra se da su rađene mnoge greške od strane vlade kao što je nedovoljna kontrola i činjenica što nisu provedena masovna testiranja. Detaljnije se može pročitati na sljedećem članku [17].

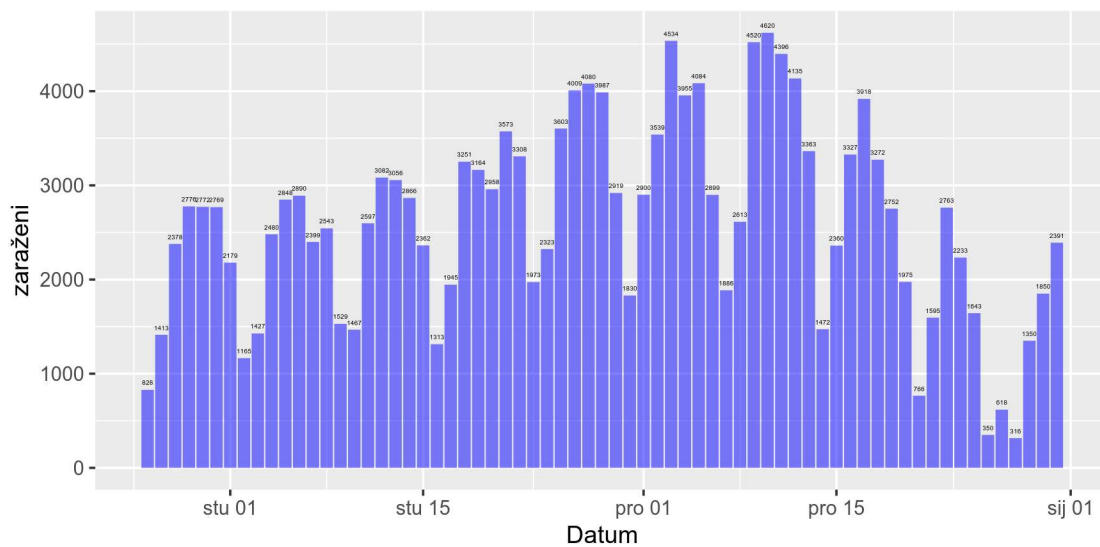
¹World Health Organization (Svjetska zdravstvena organizacija)



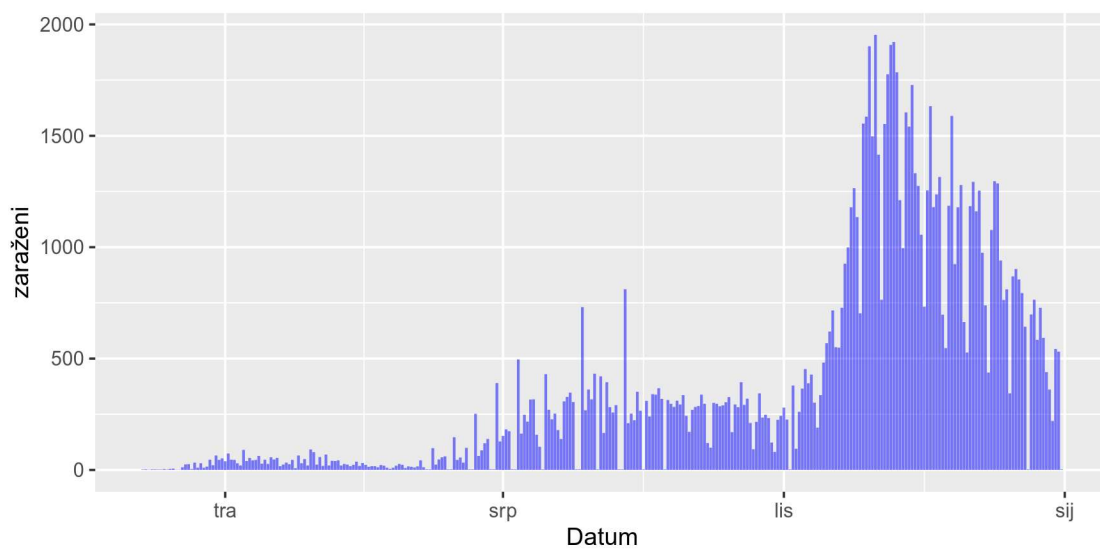
Slika 1: Krivulje ukupnog broja zaraženih i preminulih u periodu od 25.2.2020. do 31.12.2020.



Slika 2: Prikaz dnevnog broja zaraženih u periodu od 25.2.2020. do 31.12.2020.

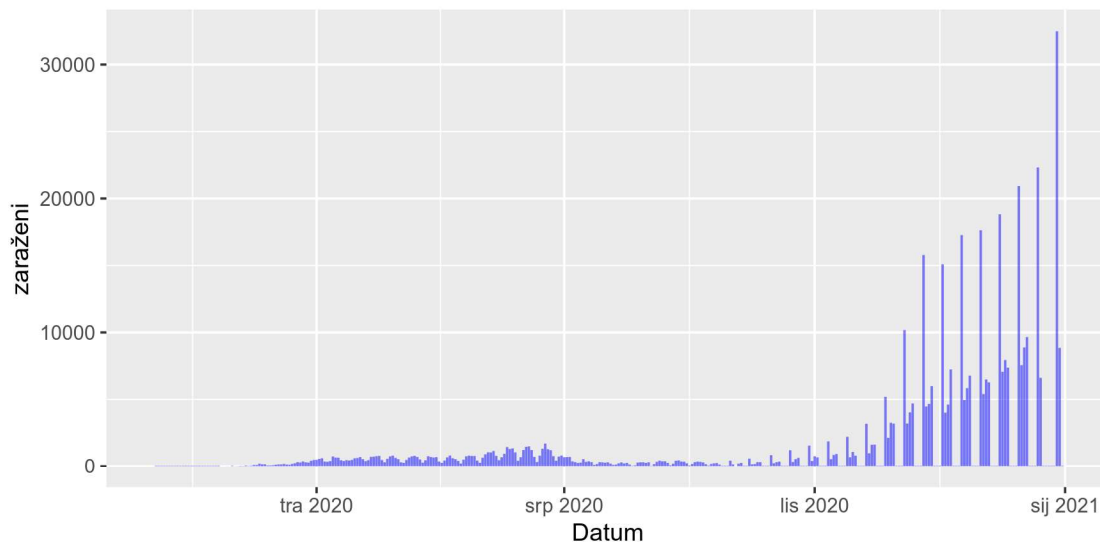


Slika 3: stupčasti dijagram dnevnog broja zaraženih u Hrvatskoj periodu od 1.10.2020. do 31.12.2020.



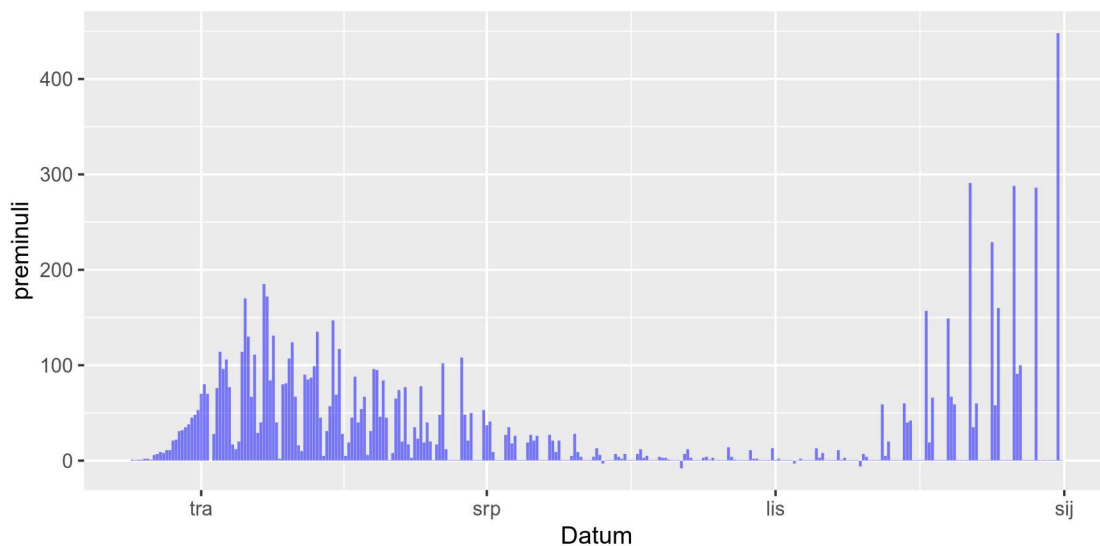
Također kako je i navedeno u članku [2] se smatra da je tijekom zime sezona skijanja u kojoj se nisu pravilno provodile mjere dovela do sve većeg porasta broja zaraženih. Dok su u njoj susjednim državama, Hrvatskoj i Srbiji, tijekom drugog vala pandemije ugostiteljski objekti bili zatvoreni ili ograničeni strožim mjerama u BiH se to nije ograničavalo [16] što je još jedan od mogućih uzroka povećavanja broja zaraženih.

3.3 Strategija Švedske



Slika 5: stupčasti dijagram dnevnog broja zaraženih u Švedskoj

Strategija Švedske oslanjala se ponajviše na dobrovoljno socijalno distanciranje. Ponajviše se stavio naglasak na smanjeno korištenje javnog prijevoza te rad od kuće ako je to moguće. Od mjera koje su donesene zabranila su se okupljanja više od 50 ljudi, ograničene su posjete staračkim domovima te se posluga u kafićima i restoranima odrađivala samo za stolovima. Švedska je jedna od rijetkih država koja nije uvela lockdown - Švedska je na ovaj način pokušala uvesti mjere koje će duže trajati i moći se primjenjivati tijekom cijele pandemije. Detaljniji opis Švedske strategije dostupan je ovdje [15]. Također mišljenje i dodatan opis dostupni su i na sljedećem videu [1]. Ovaj pristup i dalje je rezultirao velikim brojem zaraženih te velikim brojem preminulih od čak 8959 u periodu od 15. veljače do 31. prosinca 2020.



Slika 6: stupčasti dijagram dnevnog broja preminulih u Švedskoj

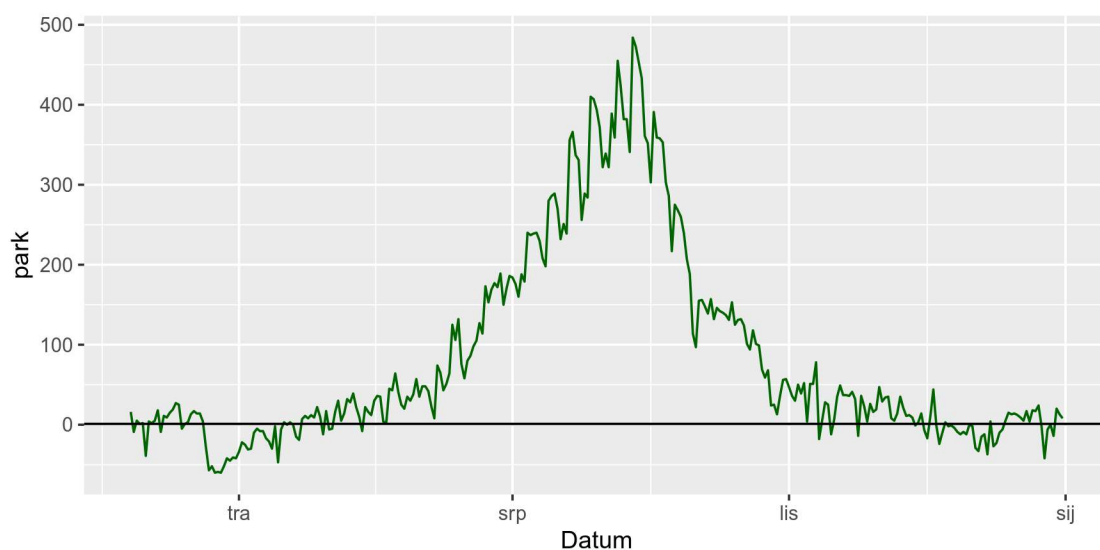
4 Analiza mobilnosti građana

4.1 Mobilnost po kategorijama

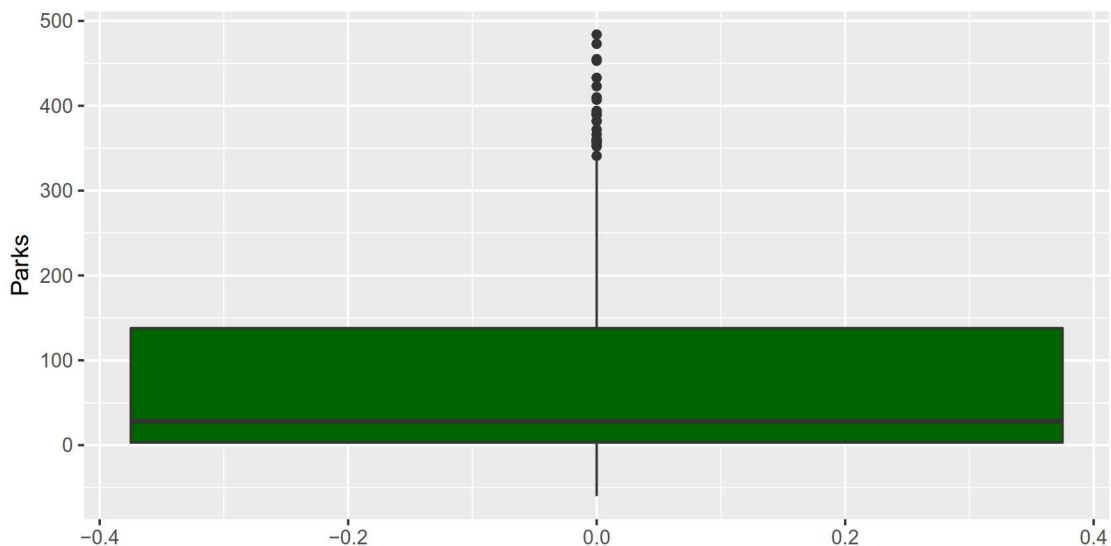
Mobilnost građana u odnosu na osnovni pravac u Hrvatskoj ćemo promatrati od prvog slučaja koronavirusa u Hrvatskoj, odnosno od 25. veljače pa sve do 31. prosinca 2020.

4.1.1 Boravak u parkovima

Prva kategorija koju ćemo proučiti bit će boravak stanovnika u parkovima. Vidimo znatan porast posjećivanja parkova ponajviše u ljetnim mjesecima, što možemo povezati sa samom temperaturom, odnosno da je toplije vrijeme utjecalo na veću posjećenost parkova.

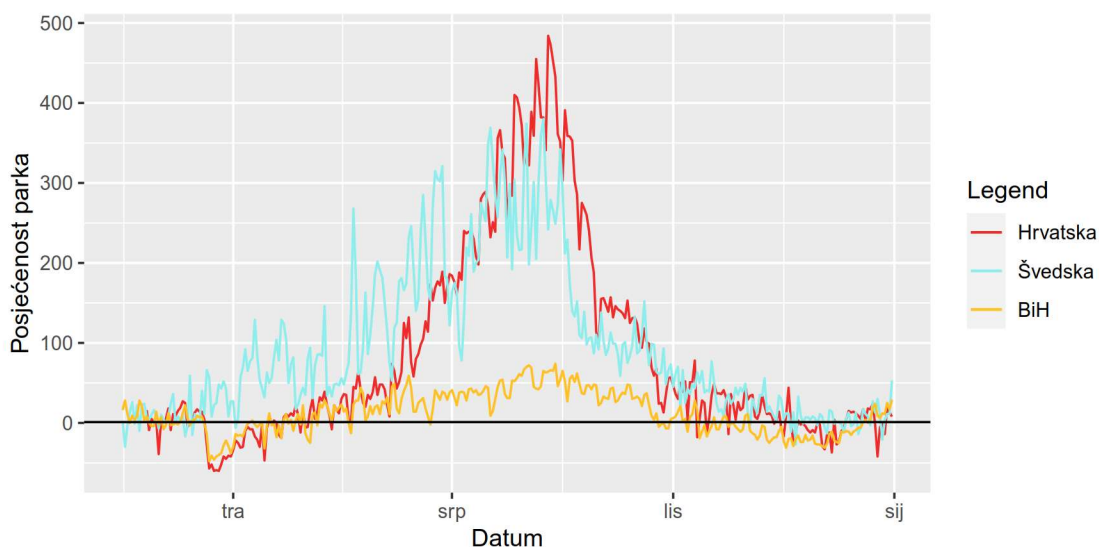


Slika 7: Mobilnost građana u parkovima u Hrvatskoj od 25.2.2020. do 31.12.2020.



Slika 8: Kutijasti dijagram posjećenosti parkova u Hrvatskoj od 25.2.2020. do 31.12.2020.

Minimalna vrijednost ove varijable iznosi -60. Donji kvantil iznosi 3 odnosno 75% podataka je veće od 3, dok je medijan 28, a gornji kvantil 138, odnosno barem 25% podataka je veće od 138. Maksimalna vrijednost doseže 484 što je velika udaljenost od početne vrijednosti, najveća udaljenost od početne vrijednosti među svim kategorijama.



Slika 9: Posjećenosti parkova u Švedskoj, BiH i Hrvatskoj

4.1.1.1 Usporedba s BiH i Švedskom Kada je riječ o kretanju u parkovima možemo uočiti da u Bosni i Hercegovini imamo manje pozitivna odstupanja u odnosu na Hrvatsku i Švedsku. S druge strane Švedska ima visoka pozitivna odstupanja kao i Hrvatska dok su njezina negativna odstupanja znatno manja.

Welchovim t-testom na dva nezavisna uzorka testirat ćemo možemo li na razini značajnosti 0.05 tvrditi da se očekivana vrijednost varijable boravka u parkovima razlikuje u Hrvatskoj

i u Švedskoj. Welchov t-test jest test o očekivanju za normalno distribuirane populacije, nepoznate varijance. Ovaj test o očekivanju osim kod normalno distribuiranih uzoraka nepoznate varijance može se koristiti i kada se radi o velikim uzorcima, odnosno veličina oba uzorka je veća od 30. Test statistika ovog testa u uvjetima hipoteze H_0 poprima studentovu t_ν distribuciju, gdje ν predstavlja aproksimativnu vrijednost broja stupnjeva slobode. Detaljniji opis ovog testa moguće je pronaći u literaturama: Uvod u matematičku statistiku [12] i Primijenjena statistika [10].

Neka μ_1 označava očekivanu vrijednost razine u Hrvatskoj, a μ_2 očekivanu vrijednost u Švedskoj. Postavljamo sljedeće hipoteze.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

P-vrijednost dobivena testom iznosi $0.2935 > 0.05$ te nemamo razloga odbaciti hipotezu H_0 , odnosno nemamo razloga tvrditi da se očekivana vrijednost boravka u parkovima razlikuje u Hrvatskoj i Švedskoj.

Nadalje ćemo testirati je li očekivana vrijednost promatrane varijable veća u Hrvatskoj nego u BiH na razini značajnosti 0.05. Neka je μ_1 oznaka za očekivanu vrijednost u Hrvatskoj, a μ_2 za očekivanu vrijednost u BiH postavljamo sljedeće hipoteze.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 > \mu_2$$

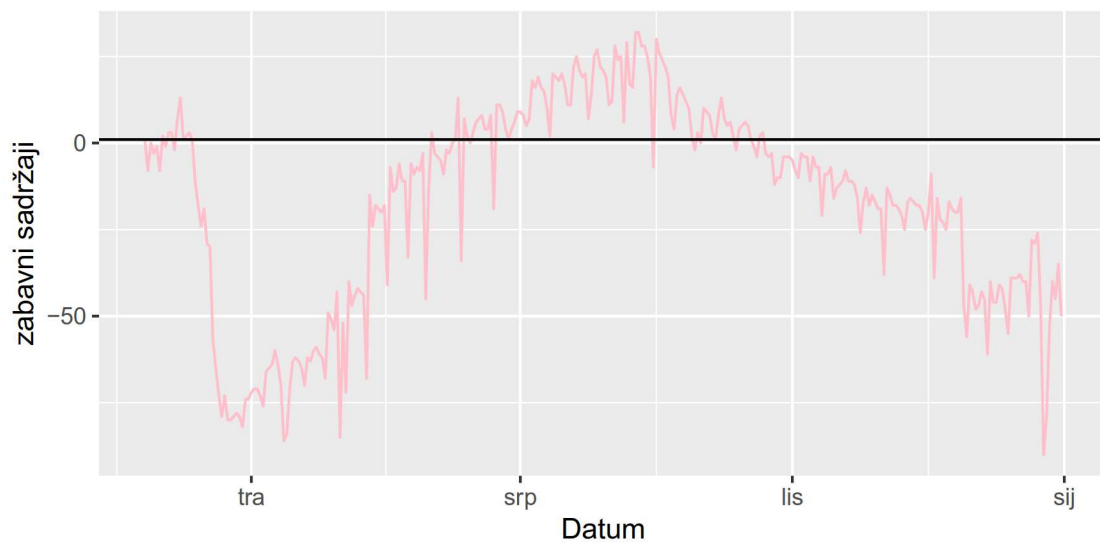
Dobivena p-vrijednost iznosi $2.2e-16 < 0.05$ što znači da odbacujemo H_0 i prihvaćamo H_1 , odnosno na razini značajnosti 0.05 možemo tvrditi da je očekivana vrijednost boravka u parkovima veća u Hrvatskoj nego u BiH.

4.1.2 Posjećivanje zabavnih sadržaja

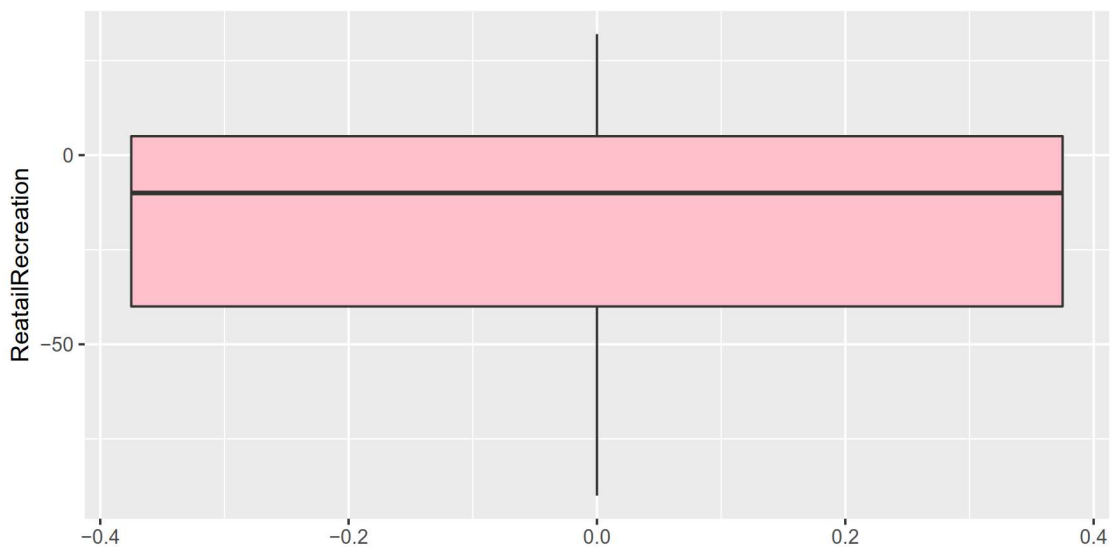
Najveći pad u posjetu zabavnih sadržaja jest za vrijeme prvog vala kada je došlo do lockdowna te su sve ustanove u ovoj kategoriji zatvorene. Drugi pad uočavamo od listopada, odnosno početkom drugog vala gdje su mjere postajale sve strože radi velikog broja zaraženih. S druge strane vrijednosti iznad početnog pravca su na intervalu u ljetnim mjesecima, ali čak i na tim dijelovima udaljenost od početnog pravca je znatno manja nego na negativnom dijelu u zimskim mjesecima.

Kutijastim dijagramom ćemo analizirati minimum, maksimum, gornji i donji kvantil te medijan.

Minimalna vrijednost u ovoj kategoriji iznosi -90 što je najveći pad od osnovnog pravca uz posjećenost marketa i ljekarni. Barem 25% podataka je manje od -40, dok je barem 50% veće, odnosno manje od vrijednosti -10. Barem 75% podataka je manje od 5 dok sama maksimalna vrijednost iznosi 32.

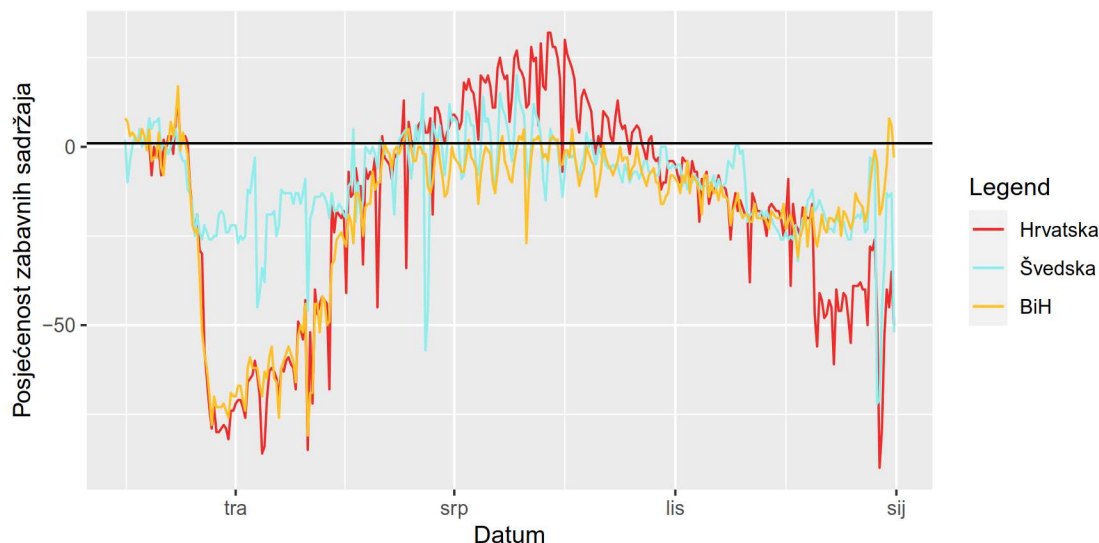


Slika 10: Mobilnost građana u zabavnim sadržajima u periodu od 25.2.2020. do 31.12.2020.



Slika 11: Kutijasti dijagram posjećenosti zabavnih sadržaja u Hrvatskoj od 25.2.2020. do 31.12.2020.

4.1.2.1 Usporedba s BiH i Švedskom



Slika 12: Posjećenosti zabavnih sadržaja u Švedskoj, BiH i Hrvatskoj

Uočavamo da pad u posjećenosti tijekom prvog vala kod BiH i Hrvatske je na sličnoj razini dok kod drugog vala Hrvatska ima veći pad od Švedske i BiH koji u drugom valu imaju približne vrijednosti. Iako Hrvatska ima najveće negativne vrijednosti od ove tri države ona također u ljetnim mjesecima zauzima i najviše vrijednosti. Dakle, možemo zaključiti da Hrvatska ima veća odstupanja od osnovne vrijednosti u usporedbi sa Švedskom i BiH.

Testirat ćemo možemo li na razini značajnosti 0.05 tvrditi da se očekivana vrijednost udaljenosti od početne vrijednosti razlikuje u Hrvatskoj i Švedskoj, odnosno BiH. Radimo Welchov t-test na dva nezavisna uzorka. Postavljamo hipoteze s oznakama μ_1 koja označuje očekivanu vrijednost razine u Hrvatskoj, a μ_2 očekivanu vrijednost u Švedskoj, odnosno BiH. Hipoteze:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

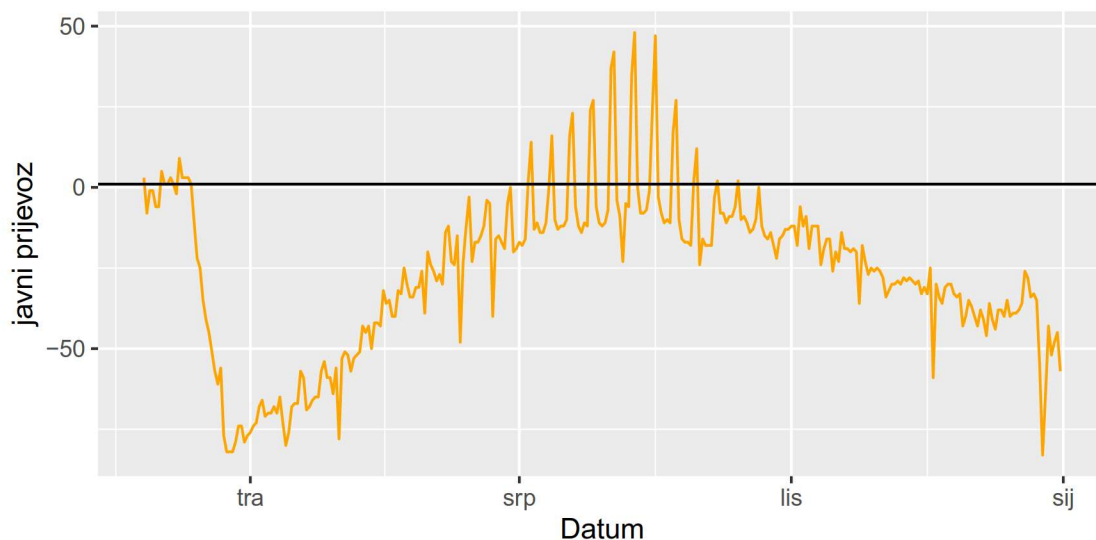
$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

P-vrijednost testa provedenog između Hrvatske i Švedske je $0.0001563 < 0.05$ te možemo odbaciti H_0 i prihvatiti H_1 . Odnosno, očekivana vrijednost u Hrvatskoj i Švedskoj se razlikuje.

P-vrijednost provedbom testa između mobilnosti na zabavnim sadržajima između Hrvatske i BiH iznosi $0.5164 > 0.05$ te nemamo razloga odbaciti H_0 . Točnije nemamo razloga smatrati da se očekivana vrijednost mobilnosti znatno razlikuje u Hrvatskoj i BiH.

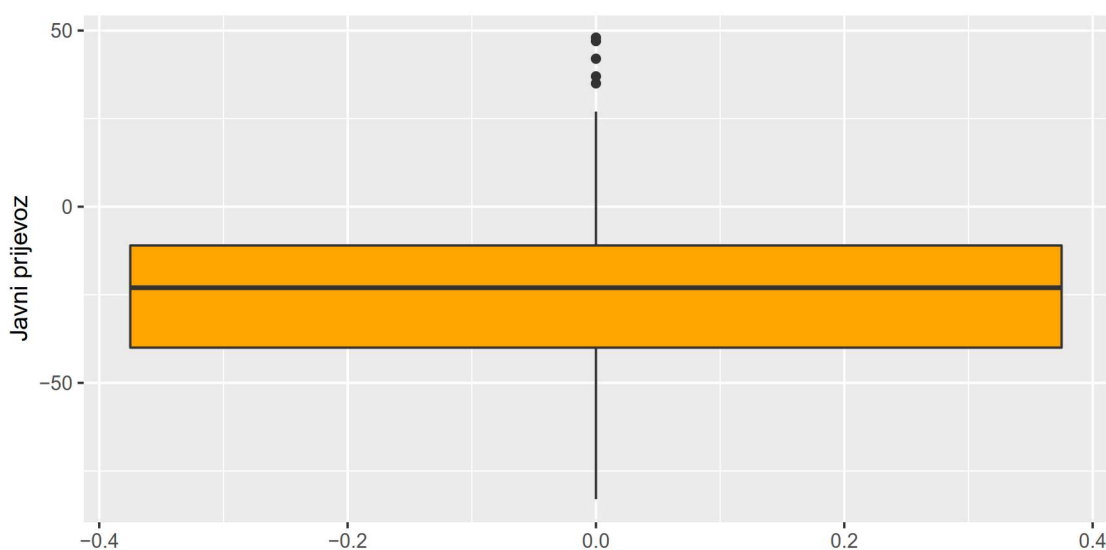
4.1.3 Korištenje javnog prijevoza

Kod korištenja javnog prijevoza, koji je u prvom valu pandemije privremeno bio obustavljen, vidimo značajan pad. Na značajan pad kako u prvom tako i drugom valu utjecalo je zabrana



Slika 13: Mobilnost građana u javnom prijevozu u periodu od 25.2.2020. do 31.12.2020.

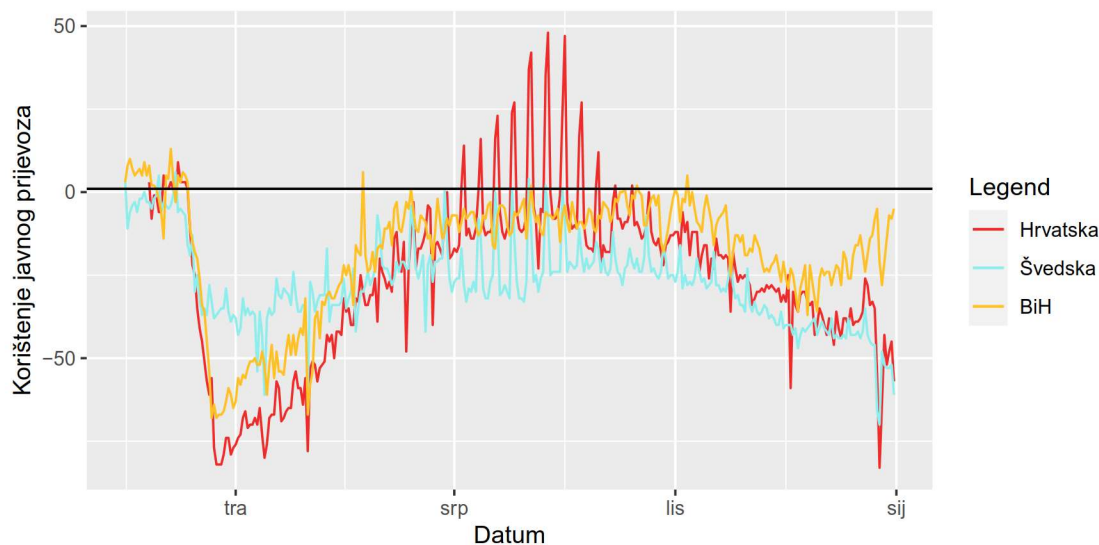
prometa među županijama. Porast u ovoj kategoriji vidimo samo između srpnja i rujna kada je i broj zaraženih bio manji.



Slika 14: Kutijasti dijagram posjećenosti korištenja javnog prijevoza u Hrvatskoj od 25.2.2020. do 31.12.2020.

Kutijastim dijagramom vidimo da se 75% vrijednosti nalazi ispod -11, a minimalna vrijednost doseže -83. S druge strane maksimalna vrijednost iznosi 48, što je nakon visoke mobilnosti u parkovima najviša maksimalna vrijednost. Možemo zaključiti da je korištenje javnog prijevoza znatno opalo u promatranom periodu pandemije.

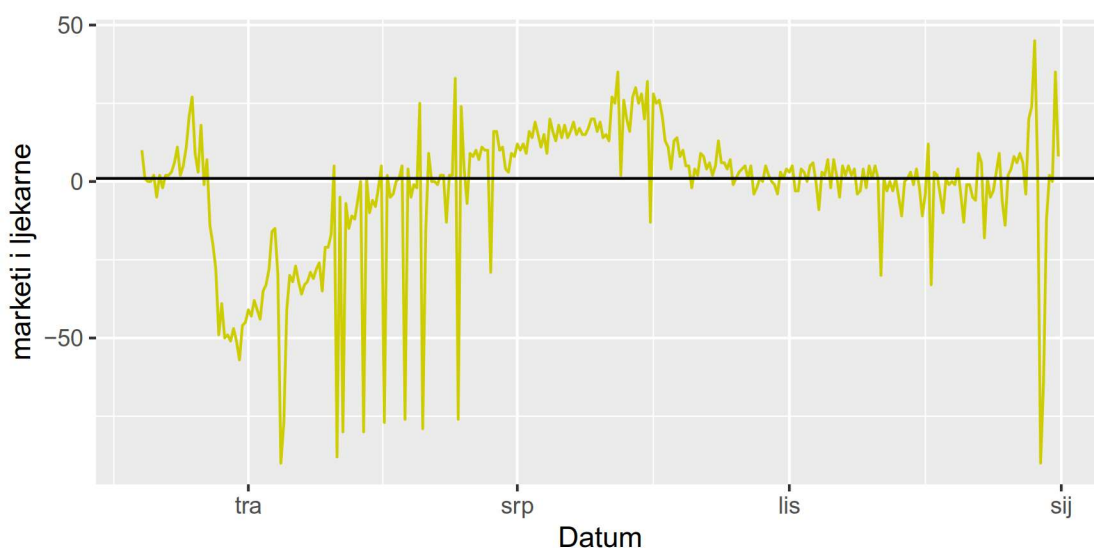
4.1.3.1 Usporedba s BiH i Švedskom



Slika 15: Korištenje javnog prijevoza u Švedskoj, BiH i Hrvatskoj

Možemo vidjeti da je i u BiH te u Švedskoj korištenje javnog prijevoza opalo čak i više nego u Hrvatskoj. Hrvatska jedina ima pozitivan interval, odnosno interval gdje su vrijednosti više od osnovne vrijednosti dok krivulje BiH i Švedske se nalaze velikim dijelom ispod pravca osnovne vrijednosti.

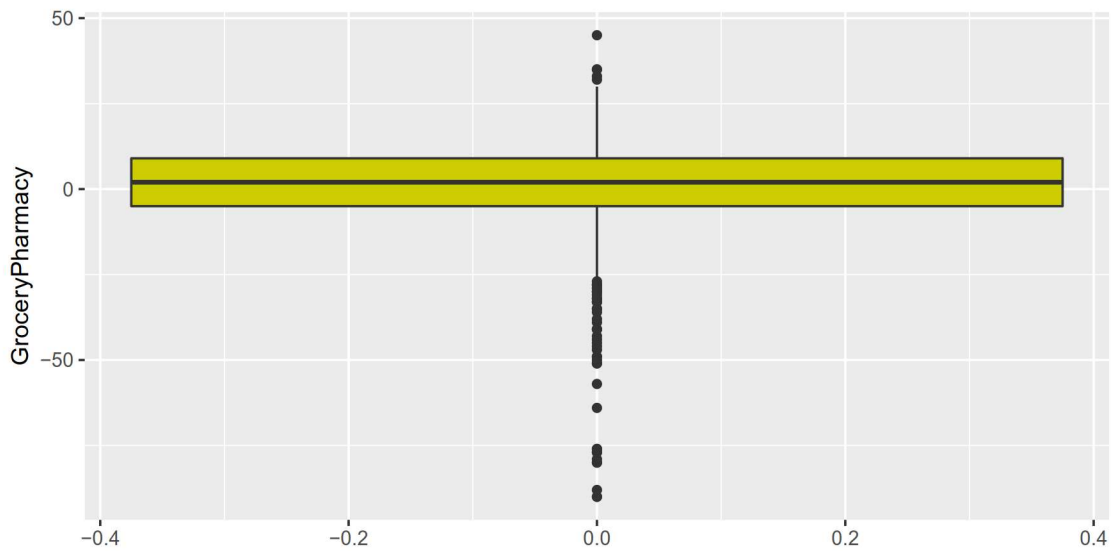
4.1.4 Posjećivanje marketa i ljekarni



Slika 16: Posjećenost marketa i ljekarni u periodu od 25.2.2020. do 31.12.2020.

Kada je u pitanju posjećenost marketa i ljekarni pad vidimo samo u prvom valu pandemije odnosno između ožujka i svibnja. Nakon pada dolazi do porasta u ljetnim mjesecima dok

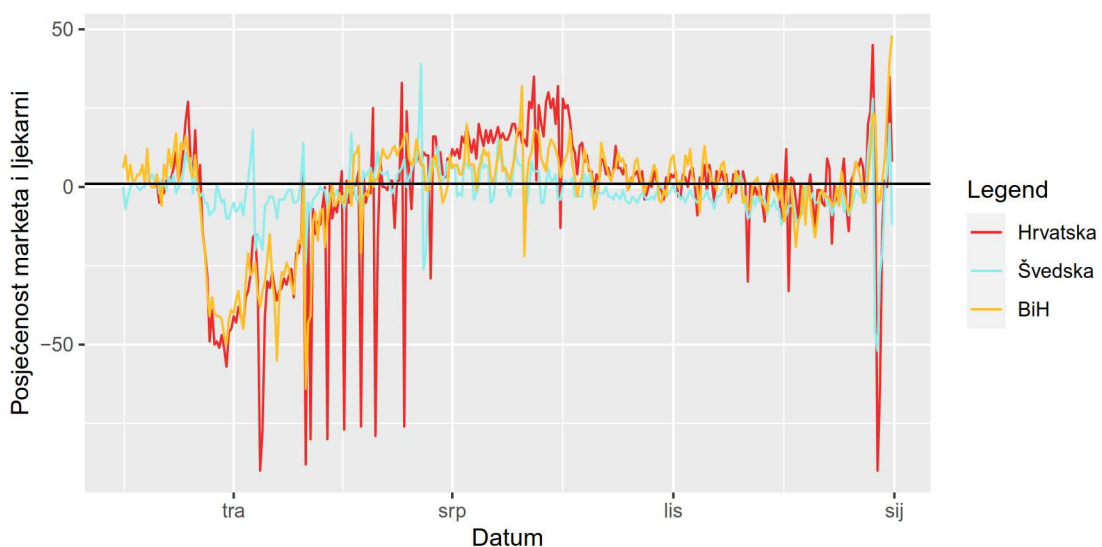
se u drugom valu pandemije od listopada do prosinca krivulja približava pravcu osnovne vrijednosti bez obzira na velik broj zaraženih u tom periodu.



Slika 17: Kutijasti dijagram posjećenosti marketa i ljekarna u Hrvatskoj od 25.2.2020. do 31.12.2020.

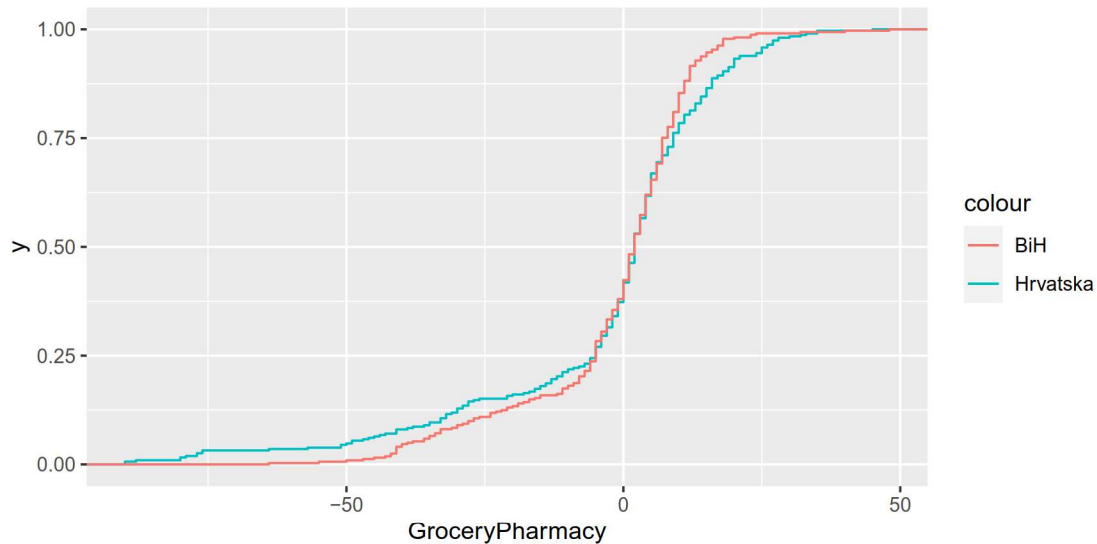
Na samom kutijastom dijagramu vidimo da je medijan blizu osnovne vrijednosti, odnosno iznosi 2 pa zaključujemo da je barem 50% vrijednosti veća, odnosno barem 50% vrijednosti manja od 2. i sam donji kvantil iznosi -5, a gornji 9. Dok minimalna i maksimalna vrijednost, iako spadaju u stršeće vrijednosti iznose -90, minimalna vrijednost, odnosno 45 maksimalna vrijednost.

4.1.4.1 Usporedba s BiH i Švedskom



Slika 18: Posjećenost marketa i ljekarni u Švedskoj, BiH i Hrvatskoj

U usporedbi posjećenosti marketa i ljekarni u sve tri države vidimo da je krivulja BiH i Hrvatske imaju identične uspone i padove koji dosežu i identične vrijednosti. Dakle, situacija u obje države bila vrlo slična te osim u prvom valu ne vidimo velika odstupanja od osnovnog pravca. Švedskoj krivulja je većim dijelom ispod pravca osnovne vrijednosti nalazi se bliže tom pravcu nego što je to kod druge dvije države također tijekom prvog vala pandemije vrijednosti su više nego kod BiH i Hrvatske.



Slika 19: Funkcije distribucije posjećenosti marketa i ljekarni u BiH i Hrvatskoj

Usporedit ćemo i provjeriti možemo li na razini značajnosti 0.05 utvrditi jednakost funkcija distribucije posjećenosti marketa i ljekarni u BiH i Hrvatskoj. Za usporedbu koristimo Kolmogorov-Smirnovljev test za dva nezavisna slučajna uzorka. Kolmogorov-Smirnovljev test za dva nezavisna slučajna uzorka jest test distribucije na dva nezavisna uzorka. Test je egzaktan te se koristi kada su uzorci koje koristimo iz proizvoljnih neprekidnih distribucija. Detaljniji opis samog testa moguće je pronaći u literaturama: Uvod u matematičku statistiku [12] i Primijenjena statistika [10].

S F_X označit ćemo funkciju distribucije varijable mobilnosti u marketima i ljekarnama u Hrvatskoj, a s F_Y u BiH.

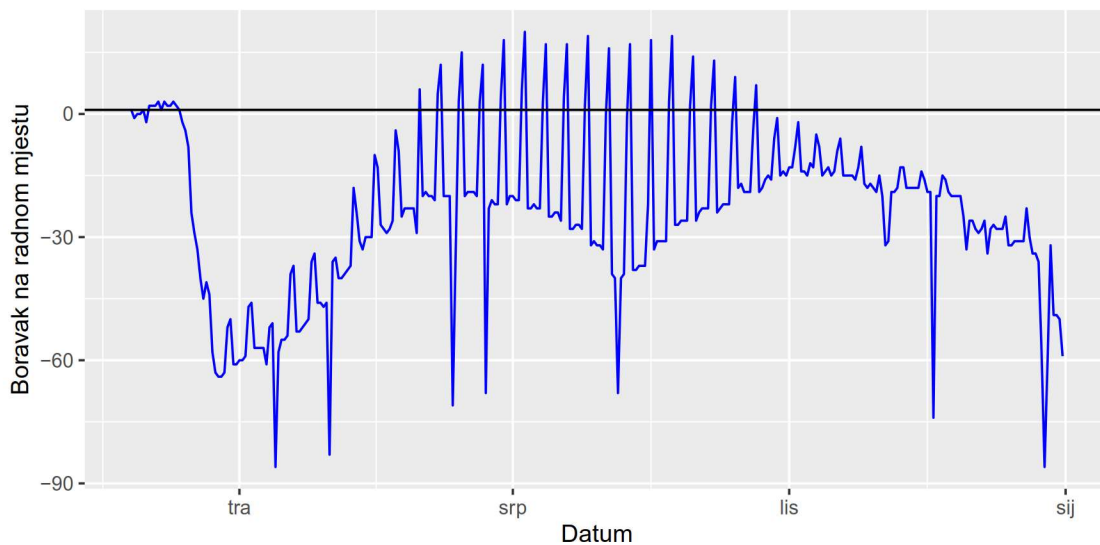
Postavljamo hipoteze:

$$H_0: F_X(x) = F_Y(x), \forall x \in R$$

$$H_1: F_X(x) \neq F_Y(x), \forall x \in R$$

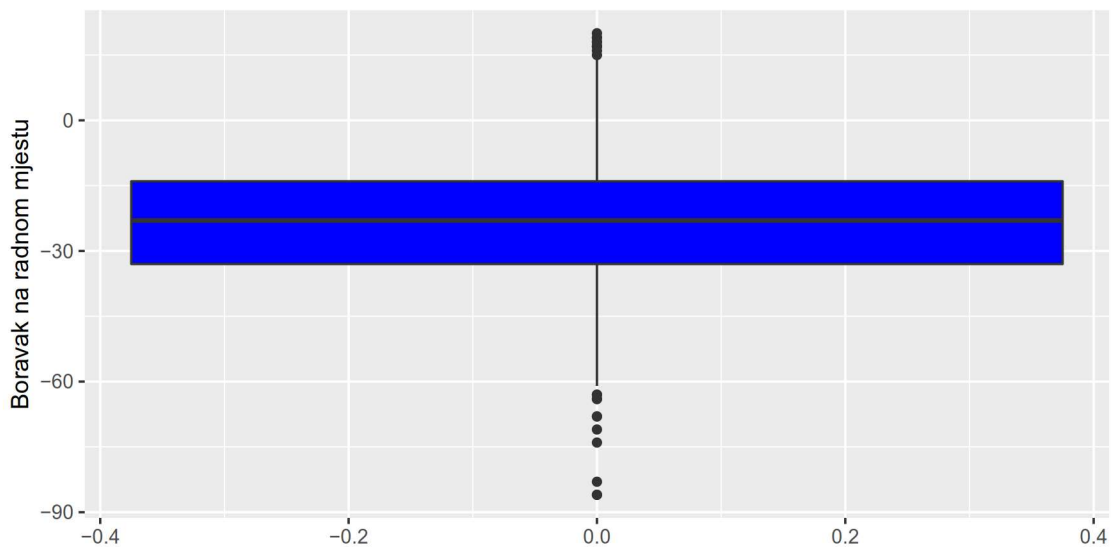
P-vrijednost dobivena testom iznosi $0.07291 > 0.05$ te nemamo razloga odbaciti hipotezu H_0 , odnosno nemamo razloga tvrditi da se ove dvije distribucije razlikuju. Kao i u prijašnjem provođenju ovog testa dobivamo upozorenje koje upozorava da u promatranim uzorcima ima jednakih vrijednosti, pa se p-vrijednost određuje korištenjem asimptotske distribucije KS test-statistike.

4.1.5 Boravak na radnom mjestu



Slika 20: Mobilnost građana na radnom mjestu u periodu od 25.2.2020. do 31.12.2020.

S obzirom na to da se u pandemiji pokušalo što više smanjiti socijalna interakcija sve se više prelazilo na rad od kuće što potvrđuje i dani graf mobilnosti građana na radnim mjestima. Vidimo da se velik dio grafa nalazi ispod osnovne vrijednosti s malim pozitivnim odskakanjima između lipnja i listopada.

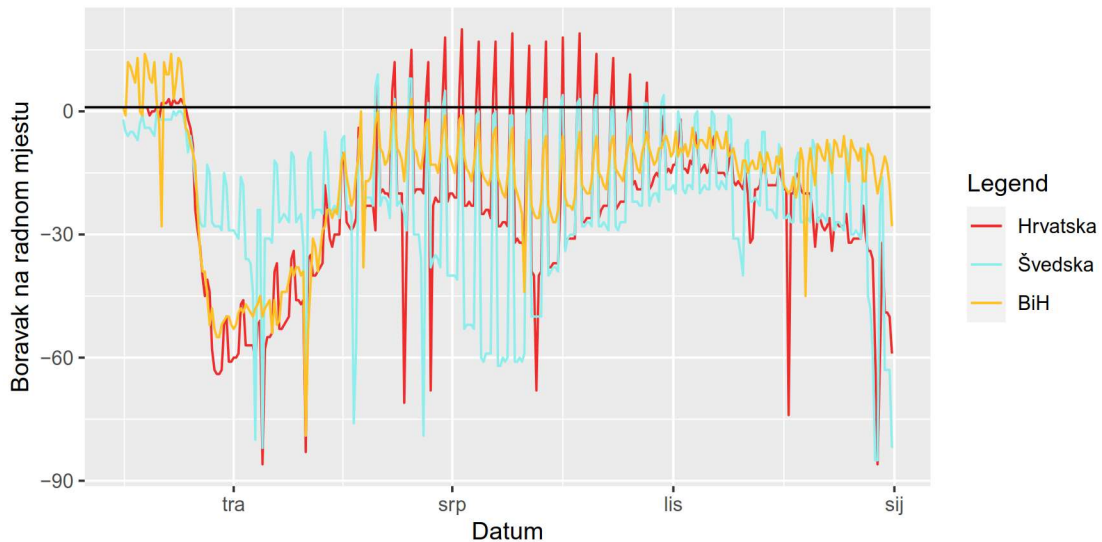


Slika 21: Kutijasti dijagram boravka na radnom mjestu u Hrvatskoj od 25.2.2020. do 31.12.2020.

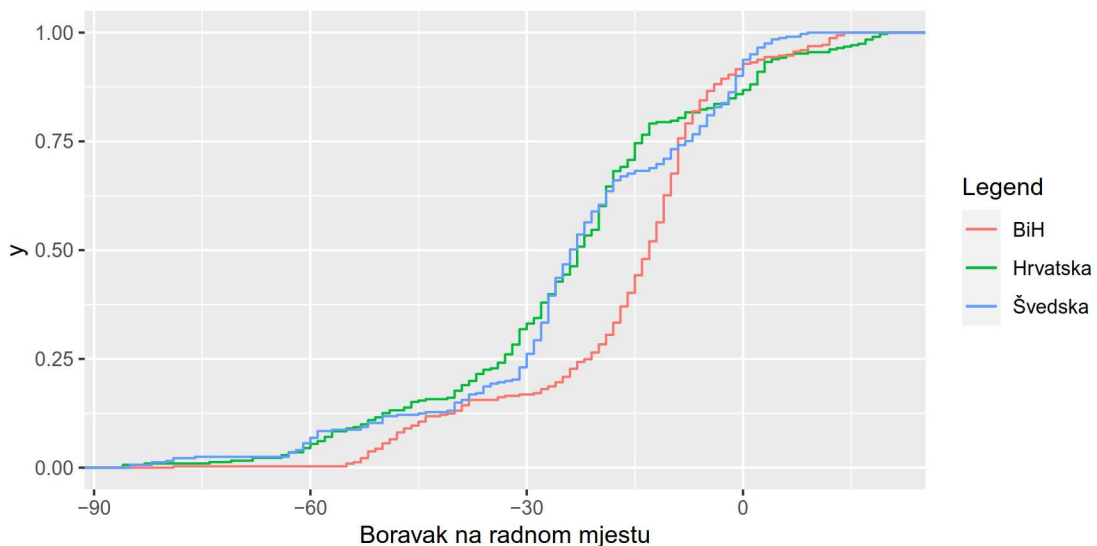
Po samoj poziciji kutijastog dijagrama (Slika 22) vidimo da se malen broj vrijednosti nalazi iznad pravca osnovne vrijednosti, a maksimalna vrijednost iznosi 20. Dok gornji kvantil iznosi -14, odnosno barem 75% podataka je manje od te vrijednosti, a donji kvantil iznosi -23, odnosno barem 25% vrijednosti je manje od -23 dok sama minimalna vrijednost iznosi -86.

4.1.5.1 Usporedba s BiH i Švedskom

Možemo uočiti da u sve tri promatrane države se znatno smanjio odlazak, odnosno boravak na radnom mjestu. Hrvatska i Švedska dosežu približno jednake minimume dok kada je riječ o vrijednostima iznad pravca osnovne vrijednosti Hrvatska ima najviše takvih vrijednosti.



Slika 22: Boravak na radnom mjestu u Švedskoj, BiH i Hrvatskoj



Slika 23: Funkcije distribucije boravka na radnom mjestu u BiH, Švedskoj i Hrvatskoj

Promotrit ćemo funkcije distribucije varijable boravka na radnom mjestu za sve tri države te ćemo provesti Kolmogorov-Smirnovljev test za dva nezavisna slučajna uzorka, odnosno jedan test sadržavat će uzorke za Hrvatsku i BiH, dok će drugi test sadržavati uzorke za Hrvatsku i Švedsku. Test provodimo kako bismo na razini značajnosti 0.05 mogli ustvrditi jednakost ovih funkcija distribucije.

Za oba testa postavljamo iste hipoteze:

$$H_0: F_X(x) = F_Y(x), \forall x \in R$$

$$H_1: F_X(x) \neq F_Y(x), \forall x \in R$$

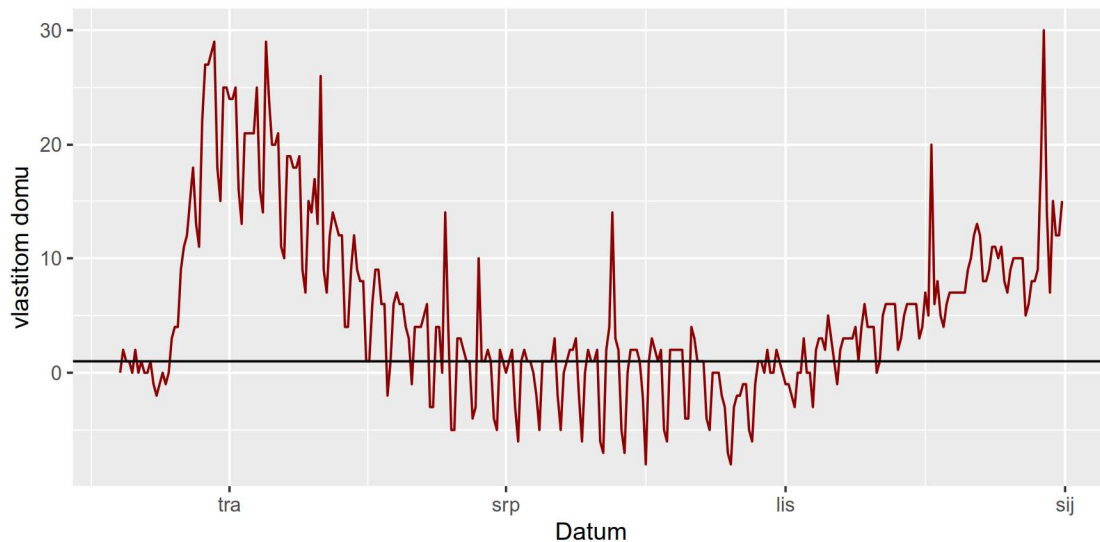
gdje je F_X oznaka za funkciju distribucije Hrvatske, a F_X za funkciju distribucije BiH u jednom testu, odnosno Švedske u drugom testu.

Provedbom testa na uzorcima za Hrvatsku i BiH dobivena p-vrijednost iznosi $2.2e-16 < 0.05$ što nam daje zaključak da na razini 0.05 možemo tvrditi da funkcije distribucija nisu jednake.

U drugom slučaju testa između Hrvatske i Švedske dobivena p-vrijednost iznosi $0.07226 > 0.05$ te nemamo razloga sumnjati u jednakost ovih distribucija.

p-vrijednost KS testa određena je korištenjem asimptotske distribucije KS test-statistike.

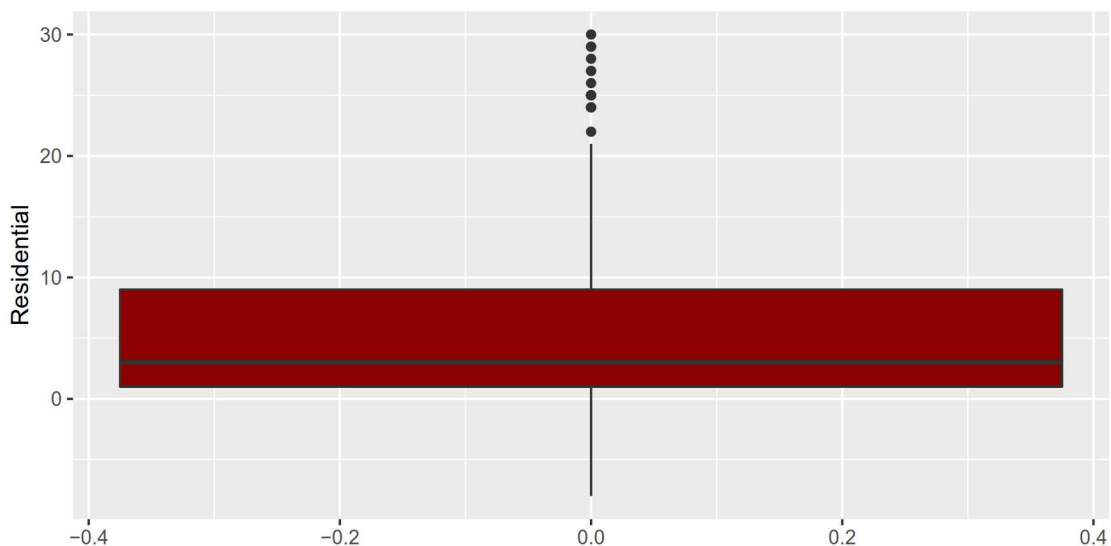
4.1.6 Boravak na mjestu prebivališta



Slika 24: Boravak građana na mjestu prebivališta u periodu od 25.2.2020. do 31.12.2020.

Kao i u većini zemalja svijeta tako i u Hrvatskoj tijekom pandemije naglasak je bio na ostajanju u svojim domovima. Učinak toga vidljiv je i na grafičkom prikazu ove varijable (Slika 24.) gdje ponajviše u ožujku vidimo velik porast vrijednosti ove varijable. Događa se malen pad tijekom ljetnih mjeseci, no u listopadu opet dolazi do znatnog porasta koji se nastavlja u studenom i prosincu.

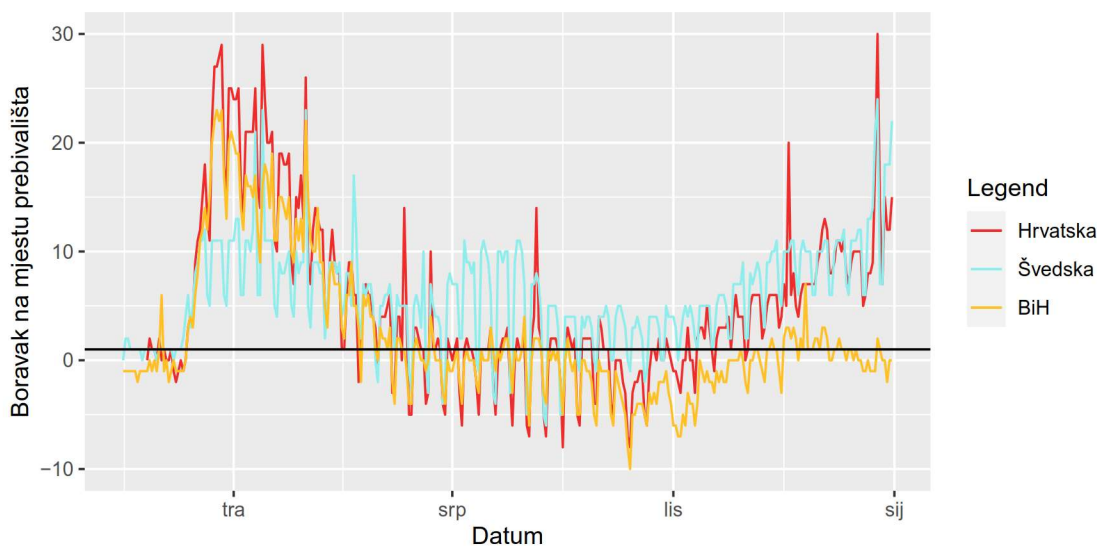
Kutijastim dijagramom saznajemo da iako je minimalna vrijednost -8, svega 25% vrijednosti je manje od 1, a 1 predstavlja osnovnu vrijednost. S druge strane 25% podataka je veće od vrijednosti 9, što nije velik skok u vrijednosti. Maksimalna vrijednost koju ova varijabla doseže iznosi 30.



Slika 25: Kutijasti dijagram boravka na mjestu prebivališta u Hrvatskoj od 25.2.2020. do 31.12.2020.

4.1.6.1 Usporedba s BiH i Švedskom

Kao i kod analize boravka na radnom mjestu i u ovom slučaju vrijednosti varijable u sve tri zemlje se na velikom dijelu preklapaju. Ono što možemo uočiti jest da Hrvatska i BiH imaju više preklapanja u početku, odnosno u prvom valu, pandemije. Hrvatska i Švedska imaju s druge strane više preklapanja u drugom valu pandemije, odnosno u periodu od listopada pa do kraja prosinca.



Slika 26: Boravak na mjestu prebivališta u Švedskoj, BiH i Hrvatskoj

Gledajući grafički prikaz i mnoga preklapanja testirat ćemo na razini značajnosti 0.05 jednakost funkcija distribucije KS testom na dva nezavisna uzorka. Test ćemo provesti dva puta jednom na uzorku Hrvatske i BiH te drugi test na uzorku Hrvatske i Švedske. Postavljamo hipoteze s oznakama F_X za funkciju distribucije Hrvatske, a F_X za funkciju distribucije BiH u jednom

testu, odnosno Švedske u drugom testu:

$$H_0: F_X(x) = F_Y(x), \forall x \in R$$

$$H_1: F_X(x) \neq F_Y(x), \forall x \in R$$

P-vrijednost dobivena korištenjem asimptotske distribucije KS test-statistike u prvom testu iznosi $4.939e-12 < 0.05$, a u drugom $1.456e-08 < 0.05$ te možemo tvrditi da funkcija distribucije Hrvatske u ovoj kategoriji nije jednaka niti s funkcijom distribucije BiH, niti s funkcijom distribucije Švedske.

4.2 Očekivana vrijednost mobilnosti u prvoj i drugoj polovini pandemije

U svakoj od kategorija testirat ćemo je li očekivana vrijednost mobilnosti na razini značajnosti 0.05 veća tijekom prvih 6 mjeseci pandemije naspram drugih 5 mjeseci pandemije u svim kategorijama osim boravka na adresi boravišta gdje ćemo testirati obrnutu hipotezu, odnosno da je očekivana vrijednost mobilnosti manja u prvih 6 mjeseci naspram preostalih 5. Testiranje radimo Welch Two Sample t-testom čije korištenje je opravdano zbog veličine uzorka. Postavljamo sljedeće hipoteze:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 > \mu_2$$

Gdje μ_1 predstavlja očekivanu vrijednost mobilnosti u određenoj kategoriji u prvih 6 mjeseci pandemije te μ_2 predstavlja očekivanu vrijednost mobilnosti u određenoj kategoriji (osim boravka na mjestu prebivališta) u drugih 5 mjeseci pandemije.

Druga hipoteza koju postavljamo za varijablu boravka na mjestu prebivališta:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 < \mu_2$$

Gdje μ_1 predstavlja očekivanu vrijednost varijable boravka na mjestu prebivališta u prvih 6 mjeseci pandemije te μ_2 predstavlja očekivanu vrijednost varijable boravka na mjestu prebivališta u drugih 5 mjeseci pandemije.

P-vrijednosti provedenih testova za svaku kategoriju mobilnosti stanovnika u:

Parkovima : $0.08316 > 0.05$ te nemamo razloga odbaciti hipotezu H_0 .

Ugostiteljskim objektima i trgovačkim centrima : $0.003813 < 0.05$ te na razini značajnosti 0.05 možemo odbaciti hipotezu H_0 i prihvatiti H_1 .

Marketima i ljekarnama : $6.393e-07 < 0.05$ te na razini značajnosti 0.05 možemo odbaciti hipotezu H_0 i prihvatiti H_1 .

Prijevoznim sredstvima : $1.342e-05 < 0.05$ te na razini značajnosti 0.05 možemo odbaciti hipotezu H_0 i prihvatiti H_1 .

Radnom mjestu : $0.008349 < 0.05$ te na razini značajnosti 0.05 možemo odbaciti hipotezu H_0 i prihvatiti H_1 .

Zaključak koji možemo donijeti jest da je očekivana mobilnost u ugostiteljskim objektima, trgovačkim centrima, marketima, ljekarnama, prijevoznim sredstvima te radnom mjestu značajno viša u razdoblju od kolovoza do kraja prosinca nego što je to od početka pandemije (25.veljače) do početka kolovoza.

P-vrijednost dobivena t-testom za boravak stanovnika na adresi prebivališta iznosi $1.082e-05 < 0.05$ te možemo odbaciti H_0 i prihvatiti H_1 , odnosno na razini značajnosti 0.05 možemo tvrditi da je očekivano vrijeme provedeno u vlastitom domu veće u razdoblju od 25. veljače do 1. kolovoza nego što je to u razdoblju od 1. kolovoza do 31. prosinca.

4.3 Mobilnost i usporedba s brojem zaraženih po regijama

Mobilnost ćemo proučiti u tri različite statističke regije : Sjeverozapadna Hrvatska, Panonska Hrvatska te Jadranska Hrvatska.

Panonsku Hrvatsku čine: Sisačko-moslavačka, Karlovačka, Bjelovarsko-bilogorska, Virovitičko-podravska, Požeško-slavonska, Brodsko-posavska, Osječko-baranjska te Vukovarsko-srijemska županija.

Sjeverozapadnu Hrvatsku čine: Zagrebačka , Krapinsko-zagorska, Varaždinska, Koprivničko-križevačka i Međimurska županija te grad Zagreb.

Jadransku Hrvatsku čine: Primorsko-goranska, Ličko-senjska, Zadarska, Šibenska, Splitsko-dalmatinska, Istarska i Dubrovačko-neretvanska županija.

4.3.1 Mobilnost i broj zaraženih po regijama

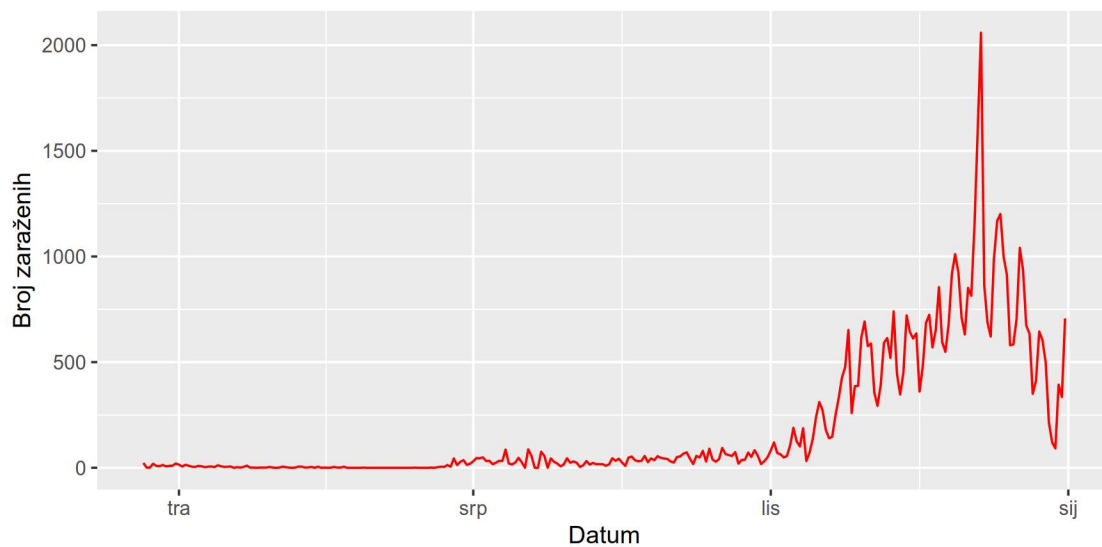
Prikazat ćemo dnevni broj zaraženih u svakoj regiji te mobilnost u svim kategorijama u promatranoj regiji.

4.3.1.1 Panonska Hrvatska

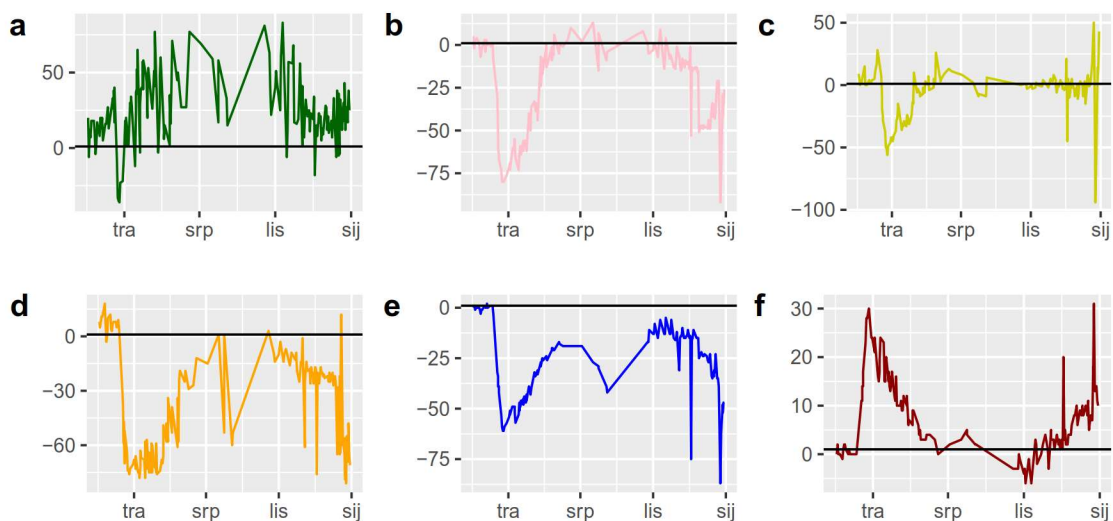
Dnevni broj novozaraženih u Panonskoj Hrvatskoj svoj maksimum doseže u drugom valu, u prosincu, gdje vrijednost prelazi 2000 novozaraženih. Najmanje vrijednosti se nalaze na početku same pandemije gdje se vrijednosti nalaze ispod 100 te se povećavaju što je bliže drugi val gdje dolazi do naglog rasta.

Mobilnost u parkovima u ovoj regiji ima velik pad samo u prvom valu kada je dnevni broj novozaraženih još uvijek bio ispod 100. Najviše vrijednosti dosežu se u ljetnim mjesecima, ali i tijekom drugog vala pandemije kada je očekivana vrijednost (aritmetička sredina) novozaraženih dnevno iznosi 526 mobilnost građana u parkovima doseže i sam maksimum te je veći dio vrijednosti iznad 50.

Posjećenost zabavnih sadržaja u ovoj regiji isto kao i korištenje javnog prijevoza najveći



Slika 27: Dnevni broj zaraženih u Panonskoj Hrvatskoj



Slika 28: Mobilnost po kategorijama u Panonskoj Hrvatskoj: a) Posjećenost parkova, b) Posjećenost zabavnih sadržaja, c) Posjećenost marketa i ljekarni, d) Korištenje javnog prijevoza, e) Boravak na radnom mjestu, f) Boravak na mjestu prebivališta

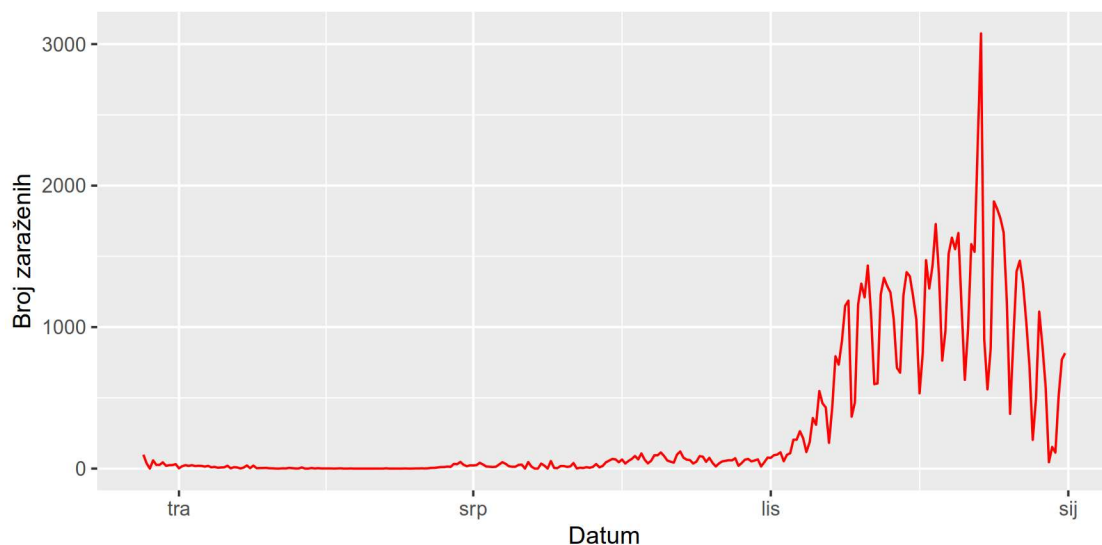
pad doseže u prvom valu pandemije kada su i ugostiteljski objekti i slično bili zatvoreni isto kao i javni prijevoz. Jedini dio kada ove dvije kategorije dolaze malo iznad pravca početne vrijednosti jest u ljetnim mjesecima kada je i manji broj novozaaraženih dnevno. U drugom valu kada dolazi do velikog porasta novozaaraženih i vrijednosti ove dvije kategorije također znatno padaju te su najniže u prosincu.

Posjećenost marketa i ljekarni u ovoj regiji opada u prvom valu pandemije, odnosno u travnju, a nakon toga s manjim odstupanjima sve do prosinca vrijednosti su u blizini početnog pravca. U samom prosincu u ovoj kategoriji se postiže ujedno i minimum i maksimum, minimum možemo povezati s velikim brojem novozaaraženih, a maksimum možemo povezati s blagdanima koji se odvijaju u to vrijeme.

Građani su boravili u svojim domovima znatno više, pogotovo u prvom valu pandemije. Kada je došlo do smirenja pandemije u ljetnim mjesecima možemo uočiti da se vrijednosti ove kategorije približavaju početnom pravcu te početkom drugog vala, u listopadu ponovno počinju rasti sve do kraja prosinca.

S druge strane vrijednost kategorije boravak na radnom mjestu u ovoj regiji konstantno se nalazi ispod osnovnog pravca, a krajem prosinca vrijednost postaje manja i od -75.

4.3.1.2 Sjeverozapadna Hrvatska

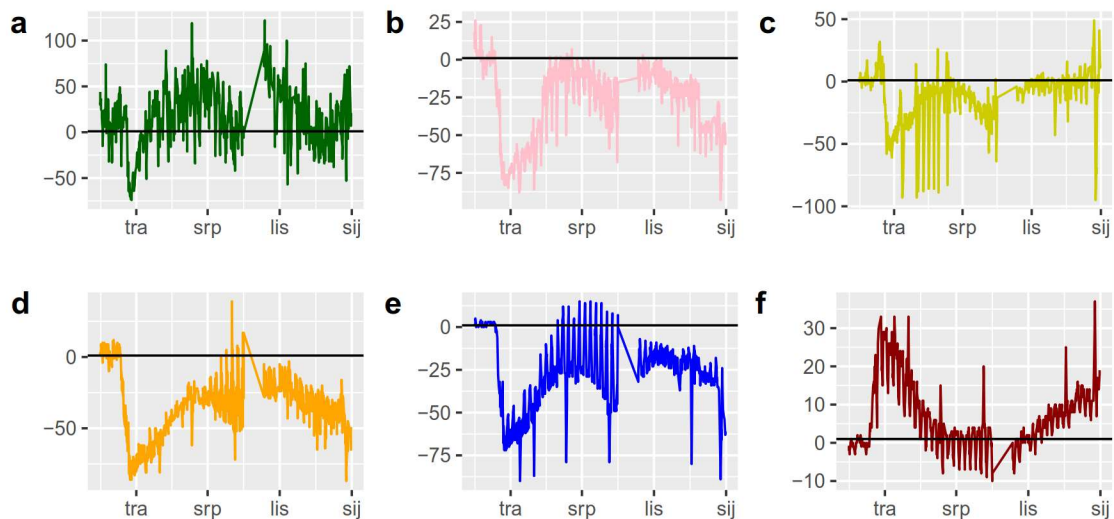


Slika 29: Dnevni broj zaraženih u Sjeverozapadnoj Hrvatskoj

Dnevni broj novozaaraženih u Sjeverozapadnoj Hrvatskoj kao i u Panonskoj Hrvatskoj raste kako se približava drugi val. Od sve tri regije ova regija ima maksimalan broj novozaaraženih dnevno koji u prosincu prelazi 3000 novozaaraženih.

Posjećenost parkova u ovoj regiji pada krajem ožujka, a nakon toga bez obzira na rast i pad zaraženih vrijednosti mobilnosti u ovoj kategoriji nalaze se između -50 te na nekim mjestima prelaze 100.

Posjećenost zabavnih sadržaja kao i korištenje javnog prijevoza ima znatan pad u prvom



Slika 30: Mobilnost po kategorijama u Sjeverozapadnoj Hrvatskoj: a) Posjećenost parkova, b) Posjećenost zabavnih sadržaja, c) Posjećenost marketa i ljekarni, d) Korišćenje javnog prijevoza, e) Boravak na radnom mjestu, f) Boravak na mjestu prebivališta

valu pandemije kada su svi sadržaji u obje kategorije bile zatvorene. Nakon toga vrijednosti se u većem dijelu nalaze ispod pravca osnovne vrijednosti, a u ljetnim mjesecima korišćenje javnog prijevoza ima i male pozitivne skokove.

Posjećenost marketa i ljekarni u prvom valu dolazi do velikog pada te nakon toga se većim dijelom vrijednosti drže ispod pravca osnovne vrijednosti. U vrijeme s najviše zaraženih, od listopada do kraja prosinca, vrijednosti su bliže pravcu osnovne vrijednosti, a u prosincu se postiže i minimum, (-95) i maksimum (49).

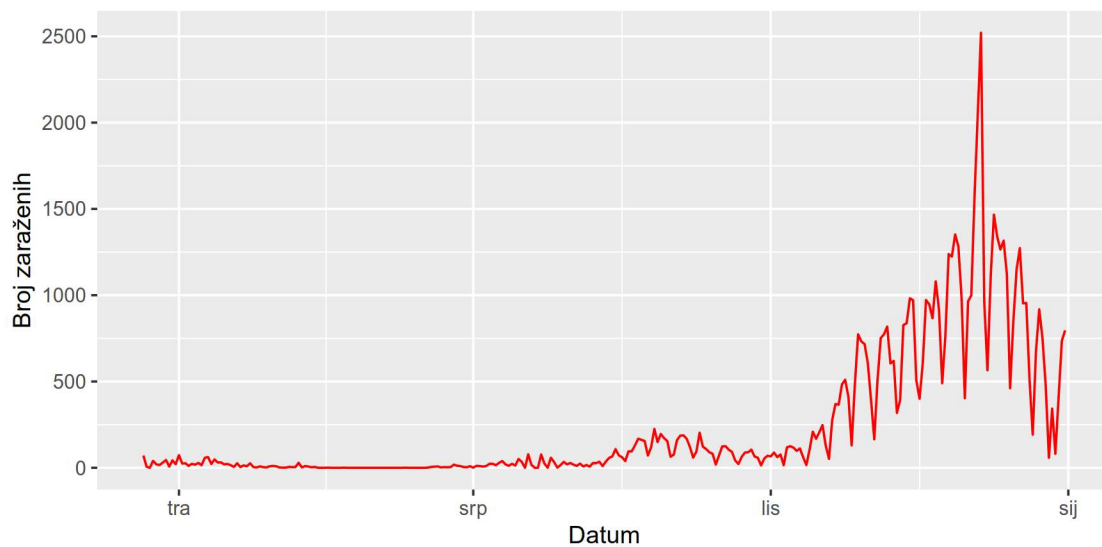
Kada je u pitanju boravak na mjestu prebivališta na početku pandemije dolazi do znatnog rasta, a nakon toga u ljetnim mjesecima kada je i manji broj zaraženih vrijednosti dosežu i -10. Nakon toga porastom broja zaraženih raste i udaljenost od pravca osnovne vrijednosti u ovoj kategoriji.

S druge strane boravak na radnom mjestu u većem dijelu manje su od osnovne vrijednosti, a manji rast javlja se u ljetnim mjesecima, no dolaskom drugog vala vrijednosti padaju.

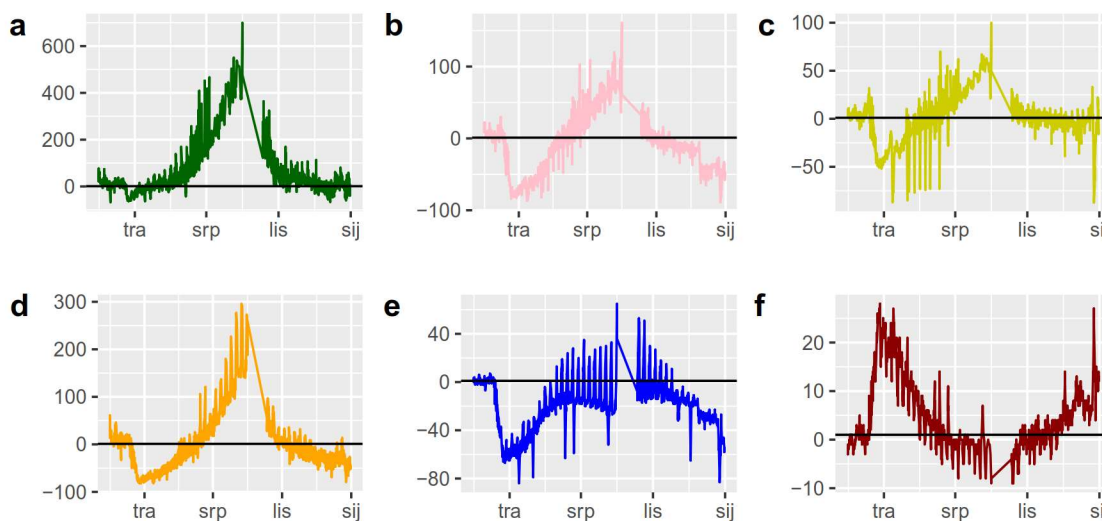
4.3.1.3 Jadranska Hrvatska

Kao i u druge dvije regije rast broja novozaraženih raste do drugog vala s nešto višim vrijednostima u ljetnim mjesecima nego što je to u druge dvije regije. Maksimalna vrijednost ove regije također se postiže u prosincu te prelazi 2500 novozaraženih.

Mobilnost građana u parkovima na početku pandemije nalaze se u blizini početne vrijednosti, a dolaskom ljetnih mjeseci vrijednosti u ovoj kategoriji znatno rastu čak do 600. Nakon ljetnih mjeseci vrijednosti padaju, ali i u drugom valu kada dnevni broj novozaraženih znatno raste, boravak u parkovima kao i na početku nalazi se u okolini osnovne vrijednosti.



Slika 31: Dnevni broj zaraženih u Jadranskoj Hrvatskoj



Slika 32: Mobilnost po kategorijama u Jadranskoj Hrvatskoj: a) Posjećenost parkova, b) Posjećenost zabavnih sadržaja, c) Posjećenost marketa i ljekarni, d) Korištenje javnog prijevoza, e) Boravak na radnom mjestu, f) Boravak na mjestu prebivališta

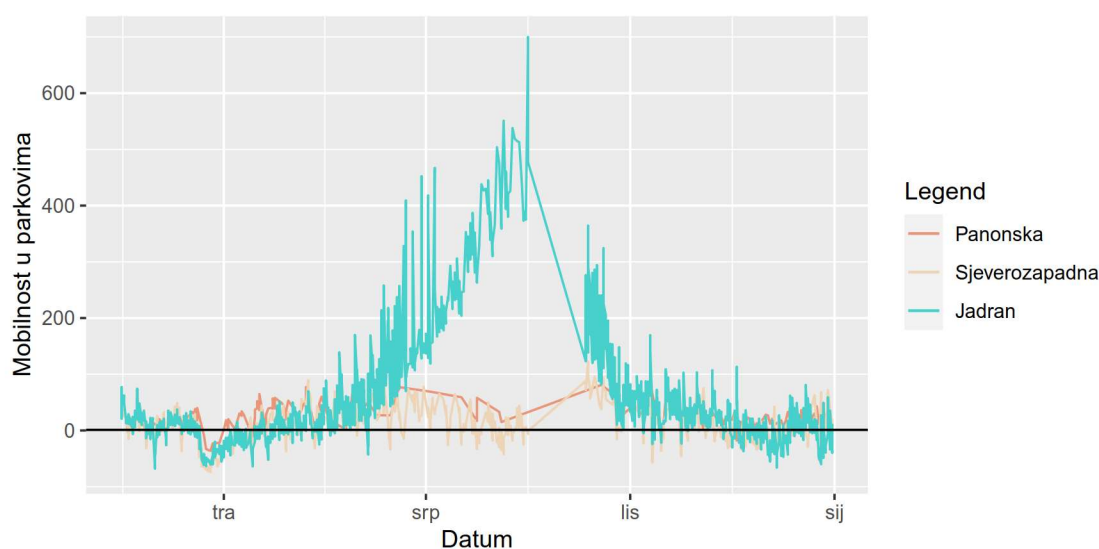
Posjećenost zabavnih sadržaja i korištenje javnog prijevoza kao i u ostalim regijama na početku zbog mjera u to vrijeme dolazi do pada, gdje se doseže vrijednost približna -100. Nadalje se u ljetnim mjesecima javlja znatan porast, gdje korištenje javnog prijevoza doseže vrijednost 296, a posjećenost zabavnih sadržaja 161. Nakon ljetnih mjeseci kako je rastao broj zaraženih tako vrijednosti u ovim kategorijama opadaju. Također slična je situacija i s posjećenosti marketa i ljekarni u prvom valu vrijednosti padaju i ispod -50, a za vrijeme ljetnih mjeseci dosežu i vrijednost 100.

Boravak građana na radnom mjestu pada ispod -75 u prvom valu pandemije, nadalje kada se smanji broj zaraženih u ljetnim mjesecima vrijednosti rastu malo iznad osnovne vrijednosti te porastom broja zaraženih, u drugom valu, vrijednosti padaju kao i u prvom valu.

Boravak građana na mjestu prebivališta analogan je kao u ostalim regijama. Vrijednosti na početku pandemije prelazi 20, a u ljetnim mjesecima pada do -10 te porastom broja zaraženih dalje raste.

4.3.2 Usporedba mobilnosti po regijama

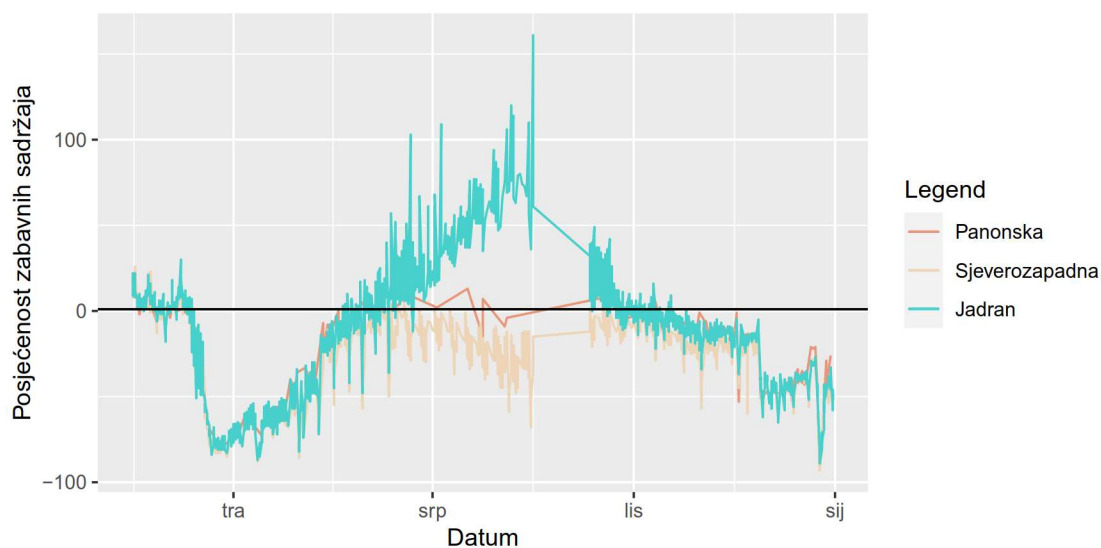
4.3.2.1 Posjećenost parkova



Slika 33: Posjećenost parkova u sve tri regije

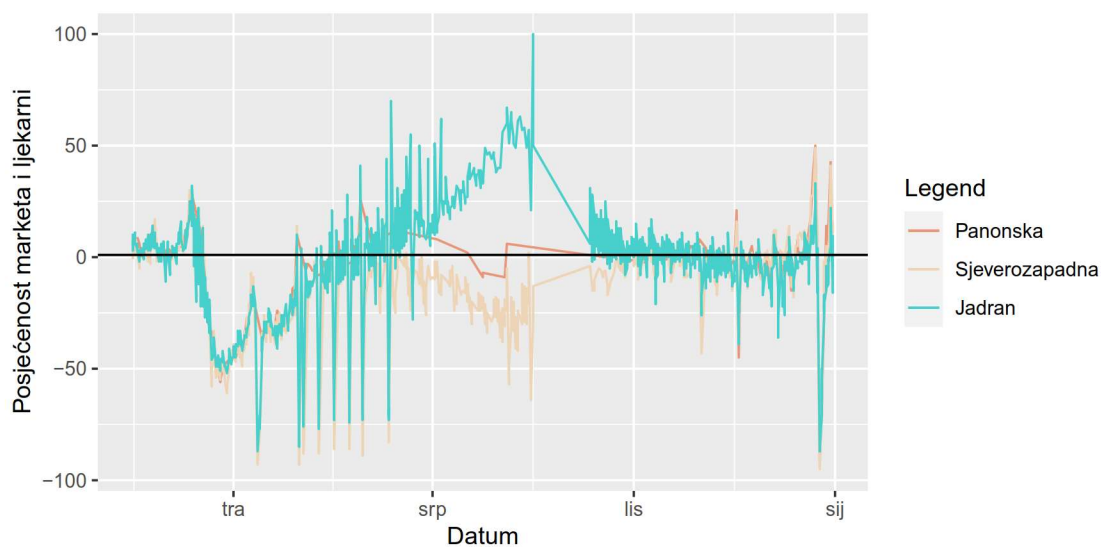
Kada je u pitanju mobilnost u parkovima možemo uočiti da je najviši skok u regiji Jadranske Hrvatske čiji vrh doseže i preko 600, a kod druge dvije regije vrijednosti su manje od 200. S obzirom na to da je najveći skok mobilnosti na Jadranu tijekom ljetnih mjeseci možemo to povezati s turističkom sezonom koja je u ovom području znatno naglašena.

4.3.2.2 Posjećenost zabavnih sadržaja Kao i kod parkova možemo vidjeti da tijekom ljetnih mjeseci na Jadranu imamo znatan porast vrijednosti dok se u drugim regijama vrijednosti drže u blizini osnovnog pravca.



Slika 34: Posjećenost zabavnih sadržaja u sve tri regije

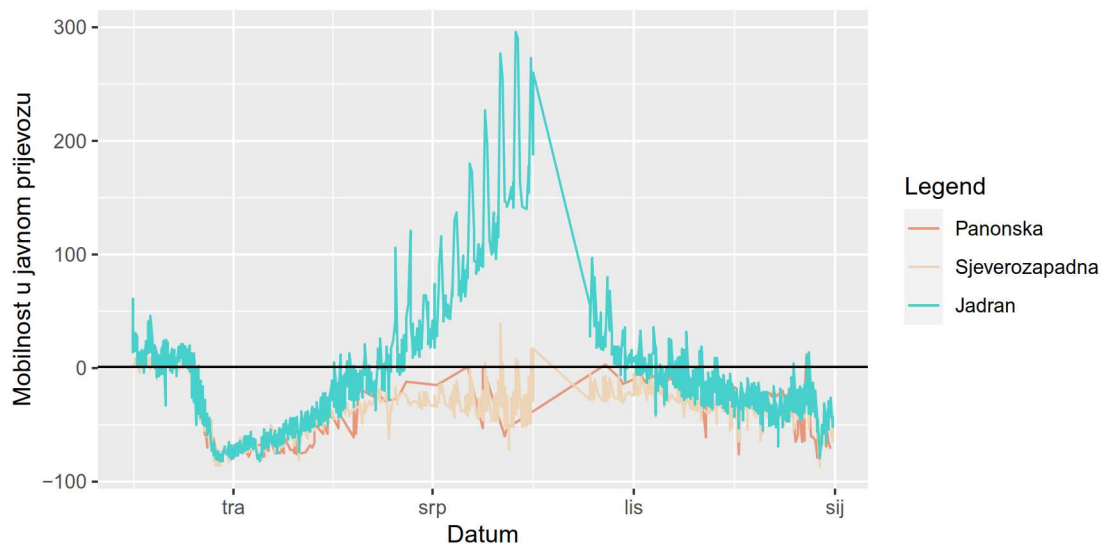
4.3.2.3 Posjećenost marketa i ljekarni



Slika 35: Posjećenost marketa i ljekarni u sve tri regije

Krivulje su u cijeloj Hrvatskoj približne osim za vrijeme ljetnih mjeseci, odnosno turističke sezone kada na Jadranu vidimo znatno povećanje, a u Panonskoj i Sjeverozapadnoj Hrvatskoj nalaze se bliže pravcu osnovne vrijednosti, odnosno u Panonskoj Hrvatskoj većim dijelom iznad tog pravca, a u Sjeverozapadnoj ispod pravca osnovne vrijednosti.

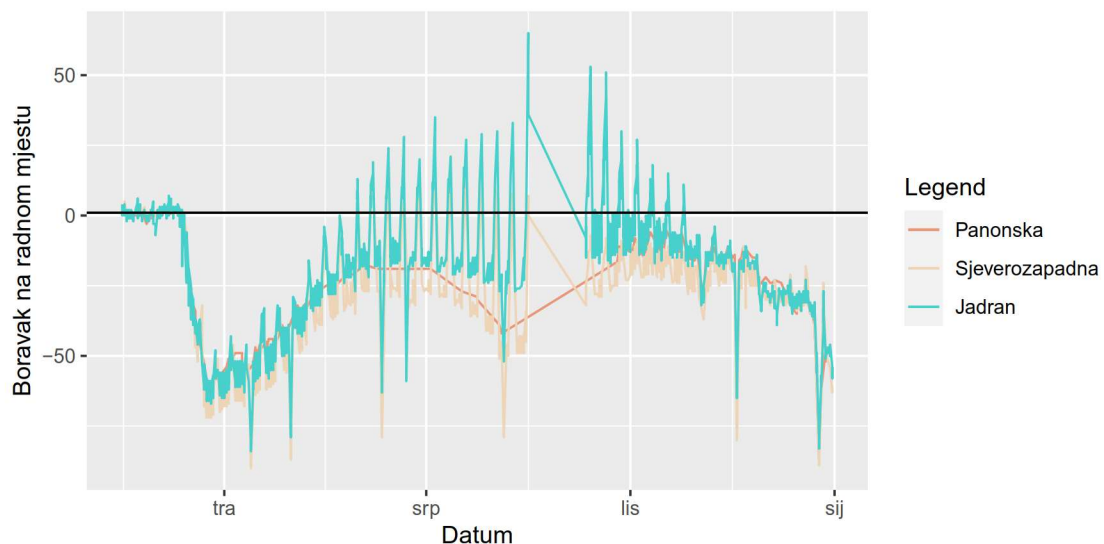
4.3.2.4 Mobilnost u javnom prijevozu



Slika 36: Korištenje javnog prijevoza u sve tri regije

Kao i u ranije analiziranim kategorijama vrijednosti su približne u sve tri regije osim u ljetnim mjesecima gdje, na Jadranu dolazi do velikog skoka koji se približava i vrijednosti 300 dok su druge vrijednosti u druge dvije regije većim dijelom negativne.

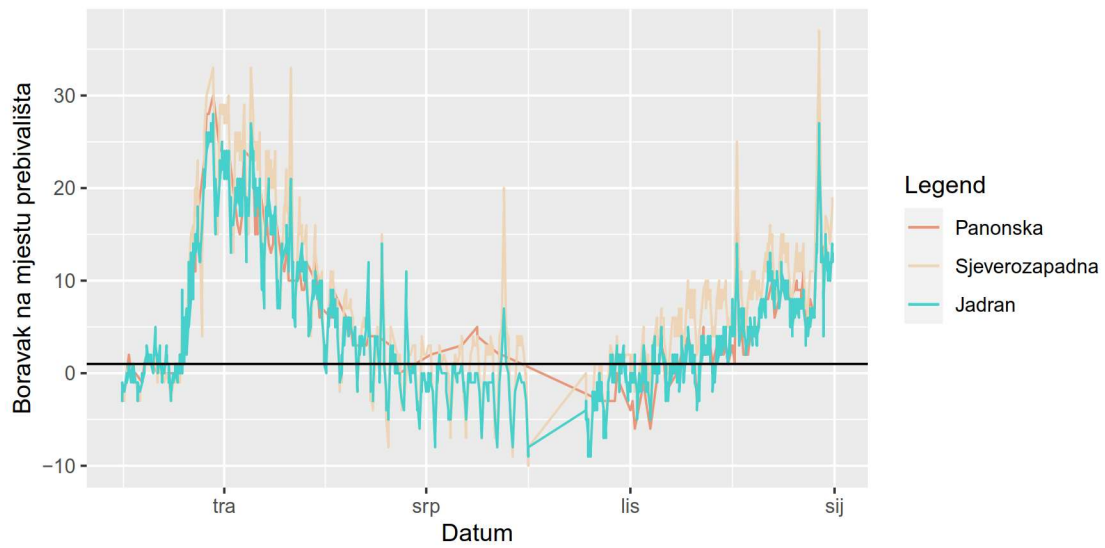
4.3.2.5 Boravak na radnom mjestu



Slika 37: Boravak na radnom mjestu u sve tri regije

Vrijednosti varijable boravak na radnom mjestu tijekom prvog vala u sve tri regije su približne, a od lipnja do listopada u regiji Jadranska Hrvatska vrijednosti su znatno više nego u ostalim regijama. Početkom drugog vala vrijednosti u sve tri regije opet približavaju jedna drugoj.

4.3.2.6 Boravak na mjestu prebivališta



Slika 38: Boravak na mjestu prebivališta u sve tri regije

Kada je u pitanju boravak na mjestu prebivališta u sve tri kategorije vrijednosti su međusobno vrlo blizu u cijelom promatranom periodu

5 Diskusija

Prethodnom analizom mogli smo uočiti da što se tiče Hrvatske mobilnost u nekim kategorijama jest povezana s brojem zaraženih. No također bez obzira na strategije oko suzbijanja pandemije u Hrvatskoj, BiH te Švedskoj mogli smo uočiti da se grafovi mobilnosti ne razlikuju drastično već samo u nekim intervalima. Kada je riječ o regijama Hrvatske uočili smo da osim boravka na radnom mjestu i mjestu prebivališta znatno je veći skok u ljetnim mjesecima unutar regije Jadranska Hrvatska u odnosu na ostale regije.

U samoj analizi podaci nisu potpuno pouzdani, odnosno nisu potpuni s obzirom na to da su rađeni od strane praćenja Google-a kroz njihove korisnike pa u samu procjenu nisu uračunati oni koji ne koriste ovu platformu ili su onemogućili dijeljenje lokacije.

Literatura

- [1] R. Atkins. *Covid-19: Is Sweden getting it right? - BBC News*. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=ZzB-WkR8eNQ>.
- [2] *BiH u vrhu po smrtnosti od korone, a kafići i restorani puni*. URL: <https://www.vecernji.hr/vijesti/hitno-uvode-lockdown-bih-u-vrhu-po-smrtnosti-od-korone-a-kafici-i-restorani-puni-1477236>.
- [3] *COVID-19 GOVERNMENT RESPONSE TRACKER*. URL: <https://www.bsg.ox.ac.uk/research/research-projects/covid-19-government-response-tracker>.
- [4] *Data on COVID-19 (coronavirus)*. URL: <https://github.com/owid/covid-19-data/tree/master/public/data>.
- [5] *ggplot2*. URL: <https://ggplot2.tidyverse.org/index.html>.
- [6] Google. *Podaci o mobilnosti populacije*. URL: <https://www.google.com/covid19/mobility/>.
- [7] G. Golemund J.J. Allarie Y. Xie. *R Markdown: The Definite Guide*. CRC Pres, 2018. URL: <https://bookdown.org/yihui/rmarkdown/#ref-R-rmarkdown>.
- [8] *koronavirus.hr*. URL: https://www.koronavirus.hr/json/?action=po_danima_zupanija_ma.
- [9] G. Litvan. *K(O)RONOLOGIJA: Kalendar epidemije koja mijenja svijet i Hrvatsku iz dana u dan*. URL: <https://lider.media/poslovna-scena/hrvatska/k-o-ronologija-kalendar-epidemije-koja-mijenja-svijet-i-hrvatsku-iz-dana-u-dan-130915>.
- [10] M. Benšić N. Šuvak. *Primijenjena statistika*. Sveučilište J.J. Strossmayera, Odjel za matematiku, Osijek, 2013.
- [11] *Pandemija COVID-19 u Hrvatskoj*. URL: https://hr.wikipedia.org/wiki/Pandemija_COVID-19_u_Hrvatskoj.
- [12] Ž. Pauše. *Uvod u matematičku statistiku*. Školska knjiga, Zagreb, 1993.
- [13] *RDocumentation*. URL: <https://www.rdocumentation.org/>.
- [14] *RStudio*. URL: <https://www.rstudio.com/>.
- [15] M. Savage. *Did Sweden's coronavirus strategy succeed or fail?* URL: <https://www.bbc.com/news/world-europe-53498133>.
- [16] *U BiH kafići puni, u Hrvatskoj ugostitelji na ulicama*. URL: <https://ploce.com.hr/regija/u-bih-kafici-puni-u-hrvatskoj-ugostitelji-na-ulicama/>.
- [17] S. Učanbarlić. *BiH: Pet propusta vlasti u pripremi za zimski val pandemije*. URL: <https://ba.voanews.com/a/bih-covid19-pandemija-pet-nedostataka-priprema-zimski-talas/5672952.html>.
- [18] H. Wickham. *ggplot2*. NY Springer-Verlag, 2009.