

# Sajber rat

Seminarski rad u okviru kursa  
Računarstvo i društvo  
Matematički fakultet

Luka Vukotić  
mi19120@alas.matf.bg.ac.rs

02. septembar 2022.

## Sažetak

U okviru ovog rada smo pokušali da vam približimo sajber rat kao novu pojavu u našem društvu kao i da pokušamo da damo odgovore na pitanja kako definisati sajber rat, kada, kako i zašto se on javlja. Pokazani su neki (navodni) primeri sajber ratovanja. Predstavljene su neke metode koje se koriste za napade u sajber prostoru, kao i uzorak heurističkog dijagrama za klasifikaciju tipova sajber napada. Dati su slikoviti primeri same anatomije i konstrukcije samih sajber napada. Takođe, u ovom radu su prikazane i najpopularnije vrste sajber napada kao i neki od načina njihove prevencije. Pored priče o sajber ratu i napadima na globalnom nivou predposlednji segment ovog rada je posvećen sajber napadima u Srbiji kao i spremnosti naše države da odgovori na ovu sve učestaliju pojavu.

## Sadržaj

<b>1</b>	<b>Uvod</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Šta je sajber rat?</b>	<b>2</b>
2.1	Učestalost sajber napada . . . . .	2
<b>3</b>	<b>Zašto se javlja sajber rat?</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Kako se javlja sajber rat?</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>Metode napada u sajber prostoru</b>	<b>5</b>
<b>6</b>	<b>Klasifikacija sajber napada</b>	<b>6</b>
<b>7</b>	<b>Najpoznatiji zabeleženi primeri sajber napada</b>	<b>7</b>
7.1	Sajber napadi u Srbiji . . . . .	8
<b>8</b>	<b>Odbrana od sajber napada</b>	<b>8</b>
	<b>Literatura</b>	<b>9</b>

# 1 Uvod

Sajber rat je potajan i nevidljiv za većinu. Naime on se odvija u sajber prostoru koga čine sve računarske mreže na svetu. Sajber-prostor se često definiše i kao peto ratno područje posle kopna, mora, vazduha i svemira za koje svi već znamo. Termin sajber rata je korišćen u različitim kontekstima, ali u većini slučajeva sa sobom ne povlači neki vid nasilja na koji smo kroz istoriju navikli kada pomenemo samu reč rat. Sajber rat može uključivati kinetičke i nekinetičke aktivnosti:

- Pod pojmom kinetičke aktivnosti mislimo na aktivnosti koje se povezuju sa nekim vidom kretanja (npr. pokretanje vojnih snaga, bacanje bombi i korišćenje vojnog naoružanja u nekom području).
- Nekinetičke aktivnosti su uglavnom usmerene ka bilo kom pristupu suparničkim sajber sistemima, kao što su prisluškivanje, preuzimanje obaveštajnih podataka itd...

## 2 Šta je sajber rat?

Što se tiče neke univerzalne definicije ona još uvek ne postoji. Naime, postoji značajna debata među ekspertima u ovoj oblasti o definiciji pojma sajber rata/ratovanja kao i da li tako nešto uopšte postoji. Postoji tu dosta problema koji se javljaju prilikom pronalaženja univerzalne definicije. Prvi problem prilikom definisanja ovog pojma je to što sajber ratovanje ne ispunjava tipičnu definiciju rata, ali ipak mnoge države imaju aktivne sajber operacije za napad i odbranu. Pored već pomenutih problema, eksponencijalni rast inetrneta i internet tehnologija dovodi do toga da sajber napadi budu sve rasprostranjeniji, i u ovakvom okruženju uticaj zakona o sajber ratovanju može biti veoma ograničen. Ipak iako ne postoji prihvaćena univerzalna definicija postoji više različitih definicija koje mogu biti kandidati:

- Talinski priručnik definiše sajber rat kao sajber napad, u odbranbenoj ili napadnoj sajber operaciji, koji rezultuje u nasilju, smrti i/ili destrukciji. Nedostatak ove definicije - isključuje npr. sajber operacije dizajnirane da destabilizuju finansijski sistem nacionalne države.
- *DCAF* odnosno Ženevski centar za demokratsku kontrolu oružanih snaga je usvojio sledeću definiciju: sajber rat je ratno ponašanje koje se sprovodi u virtuelnom svetu koristeći informacije, komunikacionu tehnologiju i mreže, sa namerom da poremeti ili uništi neprijateljske informacione i komunikacione sisteme.

### 2.1 Učestalost sajber napada

Što se tiče učestalosti sajber napada praktično je nemoguće identifikovati/detektovati svaki sajber napad koji se dogodi. Neki napadi se mogu neopaženo odvijati godinama (veoma napredan sistem za napad), drugi su kratkotrajni ali za sobom ne ostavljaju tragove pomoću kojih bi mogli biti otkriveni. Takođe problem pravi i razvoj same tehnologije jer se sa razvojem povećava broj napada kao i njihova raznovrsnost, ali jedna od dobrih stvari je ta što se poboljšavaju i odbrambeni mehanizmi kao i sistemi za detekciju napada. Deutsche Telekom AG (DTAG), nemačka kompanija za telekomunikacije, uspostavila je mrežu od 97 senzora koji služe kao sistem ranog upozorenja koji će u realnom vremenu pružiti sliku

o tekućem sajber napadima. Iako je većina senzora smeštena u Nemačkoj, DTAG takođe locira *honeypots* (Honeypot je računarski sigurnosni mehanizam postavljen za otkrivanje, uklanjanje ili, na neki način, suzbijanje pokušaja neovlašćene upotrebe informacionih sistema) i senzore u drugim neevropskim zemljama.

Top petnaest zemalja koje su DTAG senzori zabeležili u maju 2013-te godine kao izvor sajber napada istaknute su na slici 1. Otprilike 20% navedenih sajber napada bilo je poreklom iz Ruske Federacije. Prve 4 navedene države Ruska Federacija, SAD, Nemačka i Tajvan, činile su 62% zastupljenih sajber napada. Ovi slučajevi pružaju sliku napada usmerenih na određeno geografsko područje, u ovom slučaju Evropu.

Source of Attack	Number of Attacks
Russian Federation	1 153 032
United States	867 933
Germany	831 218
Taiwan	764 141
Bulgaria	358 505
Hungary	271 949
Poland	269 626
China, The Peoples' Republic of	254 221
Italy	205 196
Argentina	167 379
Romania	153 894
Venezuela, Bolivarian Republic of	140 559
Brazil	140 281
Colombia	124 851
Australia	120 157

Slika 1: Top 15 zemalja izvora za sajber napade u maju 2013. [5]

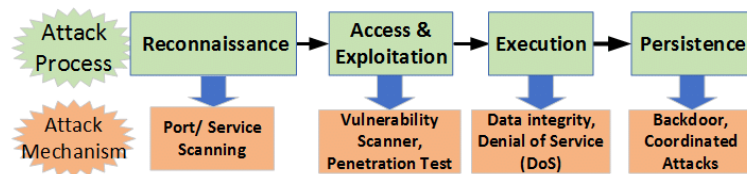
### 3 Zašto se javlja sajber rat?

Za manje države ili terorističke organizacije upotreba DDoS (Distributed Denial of Service) napada je mnogo jeftinija (i takođe efikasnija) za pokretanje od konvencionalnih ratnih oružja i metoda napada protiv neprijatelja, koji uglavnom poseduje veći količinu resursa, vojne opreme, vojnih snaga, novca i generalno je veća vojna sila. Samom pojavom sajber rata pojavilo se i novo zanimanje pod nazivom sajber napadač. Sajber napadač za iznajmljivanje je profitabilan posao za one koji su ranije bili samo sajber kriminalci. Kao što su primetili mnogi, sajber kriminalci mogu postati sajber ratnici za iznajmljivanje, gde će pored materijane dobiti imati i druge različite povlastice u okviru organizacije/države za koju će ratovati (možda i neki vid protekcije u budućnosti). Nije česta pojava i da školovani programeri poneseni novcem i materijalnom dobiti uplivaju u vode sajber kriminala što ćemo kasnije navesti u poglavlju o najpoznatijim zabeleženim sajber napadima. Pored same lakoće napada i količine uloženi resursa prilikom izvođenja napada, sajber napadi su takođe dosta efikasniji od konvencionalnih/kinetičkih napada. Takođe šteta koja se napravi prilikom sajber napada kao i prikupljene informacije mogu pomoći i u slučaju same kinetičke bitke. Primer za ovako nešto je onesposobljavanje raketne odbrane neke države koja je digitalno kontrolisana. Sajber kriminal i sajber napadi mogu dugoročno dovesti do povećanja sajber napada. Sami sajber napadi imaju sposobnost da poremete način života običnih ljudi (npr. haos koji bi se desio da se izvrši sajber napad na neki bankomat ili banku i račune u njoj). Takođe međusobna povezanost globalnih finansijskih institucija povećava rizik za sajber napad. Ukoliko dođe do napada na neku od finansijskih filijala širom sveta moguće je preko nje pristupiti zaštićenim podacima iz drugih filijala koje su povezane sa hakovanom.

### 4 Kako se javlja sajber rat?

Većina ljudi je nekada čulo za neki od sajber napada koji su se dogodili u Srbiji ili svetu ali celokupna pozadina tog određenog događaja je u većini slučajeva tajna ili skrivena. Naime, u većini slučajeva je pre jednog uspešnog napada više puta pokušan sajber napad sa istim ciljem ali različitim metodama. Kada navodimo sam pojam rata moraju da budu uključene dve strane koje se međusobno sukobljavaju. Veliki broj stručnjaka već godinama navodi kako se u sajber prostoru, tačnije putem sajber napada sprovodi treći svetski rat (uglavnom navode sukobe Ruske Federacije i Sjedinjenih Američkih Država), što je možda još uvek preuveličano ali samim razvojem tehnologije nema sumnje da će sajber napadi u budućnosti imati veliku ulogu u svim većim sukobima kako između država tako i između određenih korporacija koje jedna drugoj predstavljaju konkurenciju.

Prilikom sajber napada koriste se razni resursi, kako tehnološki tako i organizacioni. Napadi traže ranjivost u bilo kom od delova koji čine sajber prostor. Istraživanjima je otkriveno da je veća verovatnoća da će određene vrste napada poteći iz određenih država i regiona. Na primer 75 procenata dobavljača internet usluga koji sadrže najviše *phishing* prevara potiču iz Sjedinjenih Američkih Država.



Slika 2: Slikovito prikazan proces sajber napada

## 5 Metode napada u sajber prostoru

**Table IV**  
**Top 5 Attack Types in May 2013 [5]**

Description	Number of Attacks
Attack on Server Message Block (SMB) protocol	5 970 973
Attack on Secure Shell (SSH) protocol	660 350
Honeytrap Attacker on Port 161	439 981
Attack on Port 5353	288 136
Attack on Netbios protocol	269 211

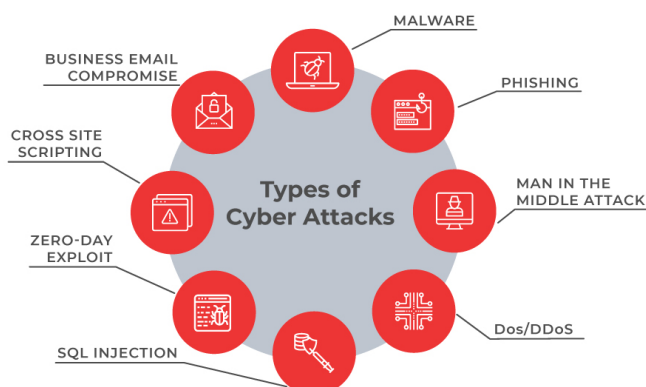
Slika 3:

Kada pričamo o samim metodama napada u sajber prostoru njih ima neograničeno mnogo, jer se sa razvojem računarskih tehnologija povećava broj različitih načina samog napada. Veliki uticaj kada pričamo o metodama izvođenja sajber napada predstavljaju ciljevi samog sajber napada. Sajber napadi sa kojima se susreću obični ljudi u svakodnevnicu mogu se nazvati nasumični napadi. Nasumični napadi se najčešće dešavaju u masovnim kampanjama gde nije targetirana jedna meta, već se *malware* (zlonamerni softver) plasira ka velikom uzorku meta svih dimenzija, a rezultat je po principu “ko se upeca – upeca”. Ovakav tip napada primenjuju najčešće distributeri *ransomware*-a (Ransomware je zlonamerni tip programa koji zaključava vaš računar, ili enkriptuje vaše fajlove i zatim zahteva otkup za njihovo bezbedno vraćanje), botnet CC-a gde je suština u masovnosti, a ne u pojedinačnom cilju. Targetirani napadi su dosta kompleksniji a samim tim zahtevaju i posvećenost napadača, gde su odvijanje celog napada, kao i celokupna logistika njemu pridružena unapred pripremani.

Na slici broj 3 se vidi 5 najpopularnijih vrsta napada otkrivenih u maju 2013-te godine koje je detektovao sistem za identifikaciju napada koji je postavio DTAG. Kao što se sa slike može videti više od 50 procenata ovih napada je na *Server Message Block* protokolima. Takođe *SCADA* sistemi su posebno osetljivi na sajber napade, a time i poprilično privlačni za sajber napadače. Naime *SCADA*, ili sistem nadzorne kontrole i prikupljanja podataka se koristi za kontrolu, praćenje i analizu industrijskih

uređaja i procesa. Sistem se sastoji od softverskih i hardverskih komponenti i omogućava daljinsko prikupljanje podataka kao i prikupljanje na licu mesta. Ovim sistemom se omogućava kompanijama da daljinski upravljaju industrijskim lokacijama kao što su na primer vetroparkovi, hidroelektrane itd... Kako su SCADA sistemi sve više povezani sa drugim mrežama, uključujući i internet, samo povećavanje šanse za spoljašnji napad se prirodno dešava.

## 6 Klasifikacija sajber napada



Slika 4: Poznate vrste sajber napada

Sajber napade možemo podeliti po nivoima pokretanja i nivoima na kojima može doći do sajber napada:

- Vlada naspram vlade (u pogledu kinetičke bitke).
- Asimetrično ratovanje: nedržavni akter protiv sopstvenih agencija ili dobavljača, ili druge vlade (pod nedržavnim akterom se misli na razne terorističke grupe, političke grupe).
- Vlada protiv kritične infrastrukture druge vlade.
- Krivično nadahnuti hakeri naspram pojedinačnih korisnika.

Podela sajber napada prema njihovim karakteristikama i načinima sprovođenja:

- *Phishing* (pecanje) - napadi ove vrste su izuzetno česti i uključuju slanje velikih količina lažne elektronske pošte u ime nekog pouzdanog izvora. Elektronske poruke često izgledaju kao legitimne, ali povezuju primaoca sa zlonamernom datotekom ili skriptom dizajniranom da omogući napadačima pristup vašem uređaju.
- MitM ili *Man in the Middle* - ova vrsta napada se javlja kada napadač presreće dvostranu transakciju, ubacujući se u sredinu. Odatle sajber napadači mogu da krađu podatke i da njima manipulišu tako prekidajući saobraćaj. Ova vrsta napada obično iskorišćava bezbednosne propuste u mreži, kao što je neobezbeđen javni *Wi-Fi*, da bi se ubacio između uređaja posetioca i mreže.

- *Dos* ili *Denial of Service* - ovi napadi funkcionišu tako što preplavljaju sisteme, servere ili mreže saobraćajem radi preopterećenja resursa i propusnog opsega. Rezultat ovog napada je sistem koji nije u stanju da obradi ili ispuni zahteve korisnika. Pored DoS-a postoji i *DDoS* ili *Distributed Denial of Service*. DoS napadi prezasićuju systemske resurse sa ciljem da ometaju odgovor na zahteve korisnika. Sa druge strane DDoS napad se pokreće sa nekoliko zaraženih *host* mašina sa ciljem da se postigne uskraćivanje usluge i da se sistem isključi. Ova vrsta napada je pogotovo opasna u slučaju vojnih operacija (npr. potpuno isključivanje protivraketskog sistema što može dovesti do ozbiljnih posledica).

Pored ovih navedenih postoji još dosta vrsta kao što su *Malware*, *SQL injection* itd...

## 7 Najpoznatiji zabeleženi primeri sajber napada

Dok je Rusija još uvek bila u sastavu Sovjetskog Saveza 1982. godine, deo njenog Transsibirskog gasovoda je eksplodirao. Kako navode stručnjaci, glavni razlog eksplozije bio je implementirani malver koji je podmetnula *CIA*. Malver je izazvao disfunkciju u SCADA sistemu koji je pokretao kompletni gasovod. Hakeri su 2008. godine tokom rata u Gruziji, odnosno rata u Južnoj Osetiji, obarali sajtove gotovo svih učesnika u ovom ratu. Postoje tvrdnje da su ruske tajne službe organizovale nekoliko DDoS napada kao deo njihovog sajber ratovanja protiv drugih država, gde su najpoznatiji slučajevi napad na Estoniju 2007. godine, i na Južnu Osetiju, Gruziju i Azerbejdžan 2008. godine. Jedan od identifikovanih hakera rekao je da je bio plaćen od strane *FSB*-a (*Federal Security Service* u Rusiji) da vodi hakerske napade na *NATO* računare. Studirao je informatiku u sektoru za odbranu informacija, što nam pokazuje veoma laku tranziciju u sajber kriminal ljudi koji su školovani u sektoru informacionih tehnologija.

Iran je bio žrtva i predator u nekoliko operacija sajber ratovanja. Smatra se vojnom silom u procvatu te je stoga interesantna meta ovakvih napada. Septembra 2010-te godine, Iran je napadnut *Staksnet* crvom, sa namerom da se specifično pogodi nuklearno postrojenje Natanz. To je bio računarski crv od svega 500 kilobajta koji je zarazio 14 industrijskih sajtova u Iranu, uključujući i Natanz postrojenje. Iako pravi tvorci *Staksnet*-a nikada nisu identifikovani, smatra se da su ga razvili napadači iz Sjedinjenih Američkih Država i Izraela i zajedno ga pustili u pogon. Taj crv je, smatra se, najnapredniji komad malvera ikada otkriven i značajno je uticao na poimanje opasnosti sajber ratovanja, kao i na razvijanje naprednijih i kvalitetnijih načina odbrane od ovakvih vrsta napada.

U ratu protiv Hezbolaha 2006-te godine, Izrael tvrdi da je došlo do sajber ratovanja tokom sukoba. Obaveštajne službe oružanih snaga Izraela su došle do podataka da je nekoliko zemalja na Bliskom istoku unajmilo ruske hakere i naučnike da rade za njih. Kao rezultat toga Izrael je posvetio posebnu pažnju sajber taktici i postao time, jedna od retkih država u svetu, pored Sjedinjenih Američkih Država, Francuske i još nekoliko zemalja, koja se bavi planiranjem za sajber rat. Mnoge međunarodne IT kompanije se sele i počinju da istražuju područje Izraela. Ričard Klark dodaje da su "naši izraelski prijatelji naučili ponešto o programima na

kojima mi radimo već dve decenije". Septembra 2007. godine, Izrael je izvršio vazdušni napad na Siriju. Namenska industrija Sjedinjenih Američkih Država kao i vojni izvori spekulišu da su Izraelci možda koristili sajber ratovanje kako bi omogućili svojim avionima da prođu neopaženo sirijski radar, što nas vraća na priču koji smo imali vezanu za opasnost DDoS napada i njihovu važnost u samim oružanim sukobima.

## 7.1 Sajber napadi u Srbiji

Srbija se u junu 2021. godine našla na sedmom mestu globalne liste zemalja po broju napada na industrijske računare, prema podacima kompanije "Kaspersky". Prema podacima *RATEL*-a na svakih 39 sekundi desi se jedan sajber napad u našoj zemlji. Problemi koji nastaju zbog hakerskih napada sve su češći kako u svetu, tako i u Srbiji, zato što postajemo sve zavisniji od tehnologije. Naime, što je jedna država razvijenija i što više koristi naprednu tehnologiju postaje ranjivija i ugroženija u slučaju sajber napada. Eksperti za ovu oblast navode da je jedan od glavnih problema slab mehanizam odbrane, ali oni dodaju da napredak u Srbiji postoji. Istraživanje koje je sprovedeno u 69 gradova i opština u Srbiji pokazuje da 58% lokalnih samouprava nije proveravalo bezbednost mreže, a niko od anketiranih nije u poslednjih godinu dana testirao plan oporavka u slučaju kolapsa sistema. Dok takođe postoji podatak da je 47% lokalnih samouprava bilo meta sajber napada, a 12% ni ne zna da su bili napadnuti.

## 8 Odbrana od sajber napada

Odbranu od sajber napada u svakodnevnom životu možemo podeliti u tri faze:

### 1. Faza pre napada

Niko ne može da zna u kom tačno trenutku će biti napadnut, ali postoje koraci koji mogu minimizirati takvu mogućnost. Prva i najbitnija stavka vezana za odbranu od sajber napada je edukacija ljudi o samim napadima. Veoma je bitno da ljudi shvate koje sve vrste pretnji postoje i kako na njih da reaguju. Jedan od primera sve češćih sajber napada je biznis imejl prevara koja je još poznata kao Beč ili direktorska imejl prevara. Kod ove vrste prevare napadač, pretvarajući se da je neko od rukovodilaca kompanije (finansijski ili generalni direktor), šalje imejl nekom od zaposlenih sa zahtevom da se izvrši transfer novca ili da mu pošalje lozinku. Primalac ovakve poruke mora da bude oprezan i da proveriti da li u takvom zahtevu ima nečeg neuobičajenog. Na primer, da li je ton u kome je napisan imejl neuobičajeno formalan ili pak previše neformalan? Da li je nešto drugačije kada je u pitanju font ili odvajanje reči/rečenica? Ako jeste, primalac bi trebalo da detaljnije pogleda imejl adresu. Možda na prvi pogled izgleda isto, ali kada se obrati pažnja moguće je da je neko slovo zamenjeno ili potpuno drugačije.

### 2. Faza u toku napada

Jedna od najgorih stvari koje mogu da nas zadese je da nas sajber napad uhvati nespremne. Najboji način da se ublaže posledice sajber napada je da postoji detaljan i dobro uvežban plan reagovanja u slučaju incidenta koji se momentalno može pokrenuti. Plan bi trebalo da sadrži više detalja, uključujući i informacije o tome koga kontaktirati. Bitno je da napad prijavite nadležnim državnim organima. U Srbiji se sajber napadi prijavljuju odeljenju za visokotehnoški kriminal, odnosno policiji koja takve prija-



ve šalje pomenutom odeljenju. Takođe, jako bitna stvar je da obavestite ljude u svojoj okolini da se paze stvari koje su se vama dogodile kako bi se sledeći put prepoznao napad na vreme. Možda sve ovo zvuči kao previše posla, i verovatno većina ljudi nema previše vremena da se bavi ovakvim stvarima ali je najbitnije postojanje svesti o samoj mogućnosti napada.

### 3. Faza nakon napada

Ukoliko dođe do napada morate pozvati ljude koji su stručni u ovoj oblasti koji moraju da otkriju na koji način se tačno napad odvijao. Da li je do napada došlo zbog loše konfiguracije web servera? Nisu urađene zakrpe za *Windows* radne stanice? *Web proxy* podešavanja daju previše ovlašćenja? Identifikujte izvor kako bi sprečili da ponovo budete napadnuti na isti način. U suprotnom, naći ćete se u začaranom krugu stalnog čišćenja i ponovnih infekcija (ove stvari su pogotovo bitne za kompanije i zaposlene u njima). Potrebno je da razumete ranjivosti koje su napadači eksploatisali, i potruditi se da u buduće preduzmete sve odbrambene mere.

## Literatura

- [1] Angelyn Flowers, Sherali Zeadally, Cyberwar: The What, When, Why, and How Article in IEEE Technology and Society Magazine · September 2014, <https://technologyandsociety.org/cyberwar-the-what-when-why-and-how/>
- [2] F. Schreier, On Cyberwarfare: DCAF Horizons 2015 Working Paper. Geneva: Defense Center for Armed Forces, 2013.
- [3] J. Lewis, "Cyberwar thresholds and effects," IEEE Security and Privacy, pp. 23–29, Sept./Oct. 2011.
- [4] W. Jones, "Declarations of cyberwar: What the revelations about the U.S.-Israeli origin of Stuxnet mean for warfare," IEEE Spectrum, pp. 18, Aug. 2012
- [5] Deutsche Telekom AG, "Overview of current cyber attacks;" <http://www.sicherheitstacho.eu/>, accessed June 6, 2013.
- [6] R. O'Harrow, Jr., Zero Day: The Threat in Cyberspace. New York, NY: Diversion Books, Washington Post E-Book, 2013.
- [7] B. Obama, "Executive order 13636: Improving critical infrastructure cybersecurity," Federal Register, vol. 78, no. 33, part III, Feb.19, 2013.
- [8] Sajber rat Wikipedia
- [9] <https://www.euronews.rs/srbija/drustvo/25537/jedan-sajber-napad-na-svakih-39-sekundi-srbija-u-vrhu-po-broju-hakerskih-upada/vest>