

MESTNA OBČINA CELJE  
Komisija Mladi za Celje



**PROBLEM ELEKTROMAGNETNEGA SEVANJA ELEKTRIČNIH NAPRAV**  
**Raziskovalna naloga**

AVTORICA  
Ana Bombek

MENTOR  
Dejan Herodež, inž.

Celje, marec 2018



## KAZALO VSEBINE

|      |                                                                  |    |
|------|------------------------------------------------------------------|----|
| 1    | UVOD.....                                                        | 5  |
| 1.1. | Opredelitev področja in raziskovalnega problema.....             | 5  |
| 1.2. | Cilji.....                                                       | 5  |
| 1.3. | Hipoteze .....                                                   | 6  |
| 1.4. | Metodologije in omejitve pri raziskavi .....                     | 6  |
| 2    | PREDSTAVITEV ELEKTROMAGNETNEGA SEVANJA.....                      | 7  |
| 2.1. | Opredelitev elektromagnetnega sevanja .....                      | 7  |
| 2.2. | Prednosti in slabosti elektromagnetnega sevanja.....             | 9  |
|      | <i>Glavne prednosti</i> .....                                    | 9  |
| 2.3. | Viri elektromagnetnega sevanja .....                             | 12 |
|      | 2.3.1. Spekter elektromagnetnega delovanja .....                 | 12 |
|      | 2.3.2. NIZKOFREKVENČNI VIRI.....                                 | 14 |
|      | 2.3.3. VISOKOFREKVENČNI VIRI .....                               | 15 |
| 3    | PROBLEM VISOKOFREKVENČNEGA SEVANJA .....                         | 17 |
| 3.1. | Stranski in možni nevarni učinki elektromagnetnih polj .....     | 17 |
| 3.2. | Je nastanek rakavih celic mit ali resničnost? .....              | 17 |
| 3.3. | Mobilne komunikacije in ljudje .....                             | 18 |
| 3.4. | Mikrovalovne pečice .....                                        | 19 |
| 4    | MERJENJE IN RAZISKAVA.....                                       | 20 |
| 4.1. | Primerjava SAR med Samsung galaxy s 3 mini in iPhone 8 plus..... | 20 |
| 4.2. | Izbor in struktura vzorca anketiranih.....                       | 21 |
| 4.3. | Predstavitev raziskave.....                                      | 21 |
| 5    | OVREDNOTENJE HIPOTEZ .....                                       | 28 |
| 6    | ZAKLJUČEK .....                                                  | 30 |
| 7    | LITERATURA.....                                                  | 31 |

## KAZALO SLIK

|                                                   |    |
|---------------------------------------------------|----|
| Slika 1 vrste sevanj .....                        | 8  |
| Slika 2 spekter elektromagnetnega delovanja ..... | 12 |
| Slika 3 frekvenčna območja.....                   | 13 |
| Slika 4 sprememba celic .....                     | 18 |

## KAZALO GRAFOV

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| Graf 1 elektromagnetno sevanje .....                      | 21 |
| Graf 2 viri sevanj .....                                  | 22 |
| Graf 3 škodljivost virov sevanj .....                     | 22 |
| Graf 4 človek in sevanje .....                            | 23 |
| Graf 5 uporaba prostoročne tehnologije .....              | 23 |
| Graf 6 uporabnost prostoročne tehnologije .....           | 24 |
| Graf 7 vrednost SAR .....                                 | 25 |
| Graf 8 Mikrovalovna pečica .....                          | 25 |
| Graf 9 Daljnovod .....                                    | 26 |
| Graf 10 Škodljivost uporabe mobilnih telefonov .....      | 27 |
| Graf 11 Čas izpostavljenosti elektromagnetnim poljem..... | 27 |

# 1 UVOD

## 1.1. Opredelitev področja in raziskovalnega problema

Ljudje smo na vsakem koraku izpostavljeni elektromagnetnim sevanjem. Njegovo rojstvo sega daleč v zgodovino, saj se je z njim oblikovala Zemlja, velik vir pa predstavlja tudi naša najbližja zvezda in vir življenja- Sonce.

Vsakodnevno se z njim srečujemo doma, saj so vir elektromagnetnega sevanja med drugimi tudi vse naprave priključene v električno omrežje. Glavni predstavniki v domačem okolju so mikrovalovna pečica, televizijski zasloni, indukcijska plošča in druga.

Med drugim se postavlja veliko vprašanj ali je elektromagnetno sevanje naprav, ki nas vsakodnevno obkrožajo zares zdravju škodljivo. Veliko raziskav ni pokazalo, da bi imelo elektromagnetno sevanje posebne nevarne stranske učinke, a znanstveniki opozarjajo, da veliko raziskav še vedno poteka in da vprašanje ali je elektromagnetno sevanje na dolgi rok zdravju škodljivo ali ne ostaja odprto.

Ker tehnologija iz dneva v dan napreduje po svetu postavljajo vse več baznih postaj, televizijskih in radijskih oddajnikov, kar vidim kot velik vir elektromagnetnega sevanja, zato sem želela raziskati možne škodljive stranske učinke in jih predstaviti v raziskovalni nalogi.

## 1.2. Cilji

### Teoretični del:

- Raziskati značilnosti elektromagnetnega sevanja, njegove prednosti in slabosti.
- Predstaviti vlogo elektromagnetnega sevanja v vsakdanjem življenju.
- Raziskati vpliv elektromagnetnega sevanja električnih naprav na človekovo telo.
- Predstaviti vire elektromagnetnega sevanja.
- Ugotoviti ali so mobilni telefoni iz vidika elektromagnetnega sevanja zares zdravju škodljivi.
- Raziskati ali je mikrovalovna pečica škodljiva zdravju in hrani, ki jo v njej pogrejemo.

### Praktični del:

- Oblikovati vprašanja za anketni vprašalnik.
- Raziskati kakšna je razlika vrednosti SAR med mojim prvim in zdajšnjim mobilnim telefonom.
- Predstaviti rezultate merjenja elektromagnetnega sevanja naprav, ki jih uporabljamo vsak dan.
- Preko anketnega vprašalnika izvedeti

- Kako pogosto se anketiranci zadržujejo v okolju elektromagnetnega polja.
- Ali so anketiranci seznanjeni z viri elektromagnetnega sevanja.
- Ovrednotiti hipoteze
- Prikazati ugotovitve raziskave

### **1.3. Hipoteze**

H1 Gospodinjski aparati so vir elektromagnetnega sevanja saj so priključeni v električno omrežje.

H2 Morebitnim posledicam elektromagnetnega sevanja se lahko izognemo s pametno uporabo električnih naprav.

H3 Nenehna izpostavljenost mobilnemu telefonu je zdravju škodljiva.

H4 Hrana pogreta v mikrovalovni pečici je zaradi elektromagnetnega sevanja gensko spremenjena.

### **1.4. Metodologije in omejitve pri raziskavi**

Raziskovanja sem se lotila v več korakih.

Najprej sem poiskali in pregledali tiskane in elektronske sekundarne vire, ki so kakorkoli povezani s tematiko raziskovalne naloge. To mi je služilo za opredelitev problema, oblikovanje ciljev in hipotez. Nato je sledilo podrobnejše proučevanje sekundarnih virov (knjig in e-virov na spletu). Ugotovila sem, da je na temo elektromagnetnega sevanja na voljo malo tiskanih virov, zato sem uporabila nekaj več elektronskih. Zbrane sekundarne podatke smo uporabili kot osnovo za načrtovanje primarne raziskave.

Najprej sem si zastavila cilje, ki jih v raziskovalni nalogi želim doseči in si postavila hipoteze. Nato pa sem izdelali še anketni vprašalnik, s pomočjo katerega sem želela ugotoviti kako pogosto so ljudje izpostavljeni elektromagnetnemu sevanju in kakšna je njihova ozaveščenost o morebitnih škodljivih stranskih učinkih izpostavljenosti elektromagnetnim poljem.

Omejitve pri raziskavi mi je predstavljal:

- čas, ki je bil na voljo - zgolj nekaj mesecev, čeprav bi za konkretno raziskavo o stranskih učinkih potrebovala veliko več,
- omejena literatura na temo elektromagnetnega sevanja pri nas,
- velikost vzorca – vzorec mojih anketirancev je bil za takšno raziskavo relativno majhen,

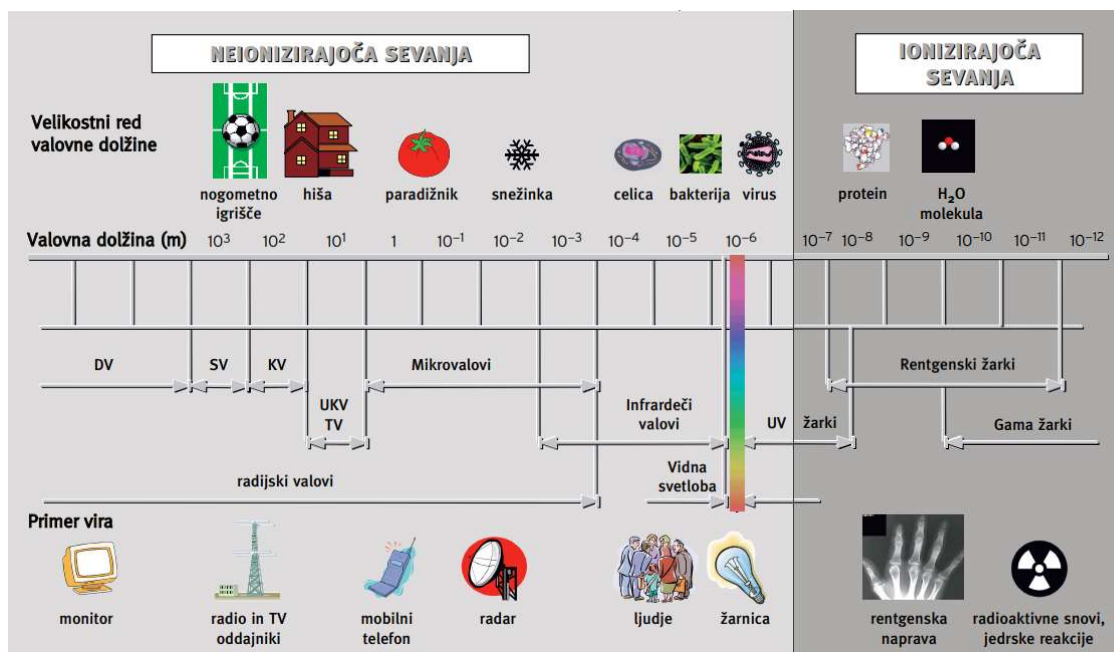
## **2 PREDSTAVITEV ELEKTROMAGNETNEGA SEVANJA**

### **2.1. Opredelitev elektromagnetnega sevanja**

Sevanje obstaja odkar obstaja vesolje. Fiziki ga opisujejo kot pojav, pri katerem se energija v prostor širi v obliki delcev in valovanja. Ljudje se z njim srečujemo vsakodnevno v obliki svetlobe, toplote, radijskih valov in celo zvoka. Na vsakem koraku smo izpostavljeni sevanju Sonca, za katerega vemo, da je močnejše višje kot gremo v vesolje. Z višino se viša tudi vpliv kozmičnega sevanja, katerega delci priletijo v našo atmosfero iz globin vesolja. Vir sevanja je tudi zemeljska skorja, saj minerali v njej vsebujejo radioaktivne elemente, ki oddajajo sevanje ob svojem razpadu. Ne nazadnje pa smo vir sevanja tudi ljudje sami. Vsi oddajamo toploto in sevamo zaradi radioaktivnih snovi, ki se nahajajo v naših kosteh, mišicah in pljučih. (ARAO)

V grobem lahko sevanja delimo na:

- Sevanja, kjer vir oddaja mehansko valovanje. Ti valovi se lahko širijo samo skozi snov in pri tem nihajo delci plinov, tekočin ali trdne snovi. Najznačilnejši predstavnik mehanskega valovanja je zvok. Ta za svoje razširjanje nujno potrebuje medij, od vira pa se širi v obliki zgoščin in razredčin.
- Sevanje, kjer vir oddaja delce. Povezani so z elementarnimi delci snovi-elektroni, protoni in tudi atomi, ki se sproščajo ob radioaktivnem razpadu nekaterih jeder. Snovi, za katere je značilen takšen razpad, imenujemo radioaktivne snovi. Najdemo jih v naravi lahko pa jih pridobivamo tudi umetno.
- Sevanje, kjer vir oddaja elektromagnetno valovanje. Elektromagnetni spekter je širok, zato je razdeljen na nekaj večjih skupin: radijski valovi (vključno s TV in mikrovalovi), infrardeči ali toplotni valovi, svetloba, ultravijolični žarki, rentgenski žarki, žarki gama. Med ionizirajoča sevanja spadajo žarki gama, rentgenski žarki in UV žarki s krajšimi valovnimi dolžini. Na drugi strani pa med neionizirajoča sevanja spadajo radijski in mikrovalovi, infrardeča svetloba, vidna svetloba in UV svetloba z daljšimi valovnimi dolžinami.



Slika 1 vrste sevanj

Vir: raopis, 2016: <http://www.arao.si/uploads/datoteke/raopis-14.pdf>

Razpon valovnih dolžin pri različnih delovanjih je zelo različen kot prikazuje zgornja slika. Radijski valovi imajo izredno velikega -od več 1000km do nekaj desetink mm. Oddajajo jih različne kombinacije anten, vendar njihova energija ni tako velika, da bi bila zdravju zelo škodljiva. Televizijski valovi imajo valovno dolžino od 1 do 3m in so tako kot radijski valovi pomemben vir informacij, mikrovalovi pa od desetinke mm do 1m, za delovanje jih uporabljajo radarji. Infrardeči ali toplotni valovi imajo valovno dolžino od 1mm do 0,8 tisočink mm. Oddajajo jih segreta telesa, ljudje pa jih lahko začutimo skozi čutnice na naši koži. Poleg toplotnih valov, obstaja še eno valovanje, ki ga zaznavamo s čutili to je vidna svetloba. Njena valovna dolžina meri od 0,8 do 0,4 tisočink mm, ljudje pa različne valovne dolžine zaznavamo kot različne barve. Sevanje, ki ga oddajajo telesa pri visokih temperaturah imenujemo ultravijolično sevanje, njegov valovni razpon pa meri od 0,4 tisočink do 5 milijonink mm. Ljudje ga s svojimi očmi ne zaznavamo, njegovo delovanje pa je v majhnih količinah pomembno za naše zdravje, saj pod njegovim vplivom v koži nastaja vitamin D. Poznamo tudi sevanje, ki ga živa bitja ne zaznavajo, imenuje se rentgensko sevanje, ki ima zelo majhno valovno dolžino- od 10 milijonink do 1 milijardinke mm. Rentgensko sevanje je naredilo velik napredek v medicini, saj ga zaradi njegove prodornosti uporabljajo za slikanje notranjih organov. Sevanje z najkrajšo valovno dolžino- krajšo od 1 milijardinke mm- imenujemo sevanje gama. Nastane z razpadom nestabilnega atomskega jedra, ki tedaj preide v bolj stabilno obliko ob čemer se sprošča del energije v obliki elektromagnetnega sevanja gama.

Elektromagnetno sevanje torej razumemo kot pojav, pri katerem se elektromagnetno polje oddaljuje od vira in se širi v prostor. Prav tako kot vse vrste sevanj, se tudi to pojavlja v vsakdanjiku človekovega življenja in majhen spekter elektromagnetnega sevanja ljudje zaznavamo s čutili. Pojavljajo se v obliki vidne svetlobe, v primeru visoke jakosti elektromagnetnega sevanja pa jo občutimo kot toploto.

## **2.2. Prednosti in slabosti elektromagnetnega sevanja**

### ***Glavne prednosti***

»Spisek koristi, ki jih človeku prinaša uporaba elektromagnetnih polj in sevanj, je dolg in razvejan (PV portal, Slovenski portal za fotovoltaike).« Ljudje dobro izkoriščamo prednosti, ki nam jih prinaša sevalna energija, ki prihaja tako iz naravnih kot umetnih virov. Elektromagnetno sevanje oddajajo vse naprave priključene v električno omrežje, katerih vir so sončna, vetrna.. energija v termo elektrarnah. Katere pa so tiste, ki na spisku koristi zasedajo prva mesta, predstavljam v spodnjih podpoglavjih.

### ***Svetloba***

Svetloba je naravni način prenosa energije iz enega mesta na drugega. Sončno sevanje predstavlja trajen vir energije, ki ga tako človek kot narava s pridom izkoriščata. Svetloba potuje v obliki valov, ki jih človeško oko ne vidi, občutimo pa jo lahko v obliki toplote, ko smo izpostavljeni močnemu soncu. Letna količina sončne svetlobe, ki jo Zemlja prejme, osemstisočkrat presega našo potrebo po le tej. Vir svetlobe lahko predstavljajo tudi različne oblike segrety teles kot so na primer žarnice. Kljub temu, da lahko prevelika izpostavljenost Soncu škoduje našemu zdravju pa vsa živa bitja brez njega ne bi obstajala. Rastline sončno energijo pretvarjajo v kemično, pri čemer nastaja proces fotosinteze, solarni kolektorji jo pretvarjajo v toploto, sončne celice pa jo pretvarjajo v električno energijo, brez katere si življenja danes ne znamo predstavljati. (Budin, Eggert, Gregorač, Klitzing, Mlinar 2004, 52)

### ***Uporaba v gospodinjstvu***

Doma imamo veliko pripomočkov, ki nam olajšajo življenje in brez nekaterih si našega vsakdana niti predstavljati ne znamo. Velika večina teh je priključena na električno omrežje in v okolici vsakega se ustvari električno in magnetno polje nizke jakosti. Magnetno polje se pojavlja okoli električnih orodij, priključnih kablov, pečic, likalnikov, računalnikov, hladilnikov in ostalih naprav priključenih v električno omrežje. Vir statičnih električnih polj in izmeničnih električnih in magnetnih polj pri visokih frekvencah pa so naprave, kot so televizor in monitorji. V vseh primerih so elektromagnetna polja zgolj stranski in neželeni učinek, ki se pojavi zaradi toka in napetosti v priključnih žicah in elektronskih elementih. Ljudje kljub zavedanju, da elektromagnetno delovanje ni zdravju koristno, s pridom uporabljamo širok nabor električnih naprav, saj nam le ta olajšajo vsakodnevna opravila. Med napravami, ki so priključene na električno omrežje, pa obstaja ena, ki za svoje delovanje namenoma izkorišča visokofrekvenčno elektromagnetno sevanje - to je

mikrovalovna pečica. Prva so za komercialno uporabo poslali na trg leta 1947, kasneje so jo za lažje delovanje začele uporabljati različne industrijske panoge, kmalu pa je postala mednarodni fenomen. Kljub temu, da nam mikrovalovna pečica olajša marsikatero kuhinjsko opravilo obstaja veliko razlogov zakaj je v gospodinjstvu ne bi smeli imeti.

### ***Komunikacija na daljavo***

Poznamo več vrst komunikacij, v glavnem pa jih ločimo na enosmerne in dvosmerne. Med enosmerne spadata na primer radio in televizija, saj od njiju informacije v obliki zvoka in/ali slike zgolj dobivamo. Mobilne komunikacije pa so tiste, ki nam omogočajo napredno dvosmerno komunikacijo. »V skupino naprav, ki omogočajo komunikacijo na daljavo preko elektromagnetnih valov radijskih frekvenc, spadajo:«

- Radijski oddajniki, ki delujejo na frekvencah okoli 100 MHz. Zgodovino so začeli pisati leta 1897 s prvo vzpostavljeno brezžično telegrafsko zvezo. Leta 1914 pa se je preko radia prenesel prvi govor in s tem se je začela prva oblika komunikacij na daljavo, ki nas spremlja še danes.
- Televizijski oddajniki, ki delujejo na frekvencah od 50 MHz do 1 GHz. Prva generacija televizorjev pa ni bila povsem elektronska. Ekran je imel majhen motor z vrtljivim diskom in neonsko lučjo, slika pa je bila velika le polovico poslovne vizitke. Barvne televizije so začele prodirati po letu 1950 z njimi pa so se pojavili tudi prvi daljinski upravljalniki. Televizija nam danes služi kot sredstvo za pridobivanje različnih informacij, prav tako nam nudi širok spekter zabavnega in poučnega programa.
- Mobilne komunikacije so naredile velik zgodovinski prelom komunikacij na daljavo z nudenjem dvosmerne komunikacije, ki nam je danes zelo blizu. Brezžične komunikacije delujejo na frekvencah od 100 MHz do nekaj GHz. Prva uporaba mobilne telefonije sega v leto 1946, ko je bila komunikacija le enosmerna, hkratna dvosmerna komunikacija kot jo poznamo danes pa se je začela razvijati po letu 1960.
- Satelitske zveze, ki nam omogočajo mobilne in vojaške komunikacije, oddajanje radijskih in televizijskih signalov, napovedovanje vremena in zajemanje geografskih podatkov Zemlje. Komunikacijski sateliti nam omogočajo prikazovanje slike na televizijskih zaslonih, spletne povezave, mobilne komunikacije in uporabo GPS naprav.
- Radarji, ki nam služijo v različne namene na primer merjenje hitrosti, detekcijo objektov, navigacijo in drugi. V tridesetih letih prejšnjega stoletja so jih uporabljali za odkrivanje ladij na morju, nekateri pa so bili izdelani zgolj za vojsko. Danes pa jih uporabljamo za določanje vremena, zračni nadzor, navigacijo in določanje geografskih značilnosti Zemlje.

### **Uporaba v medicini**

Visokofrekvenčno elektromagnetno sevanje se v medicinske namene uporablja že mnogo let. Uporablja se za segrevanje telesnega tkiva, kar blaži bolečino pri višjih temperaturah pa lahko celo ubije rakave celice. Izpostavljenost pacienta za doseganje rezultatov velikokrat precej presega predpisane mejne vrednosti, pogledimo pa si kje v medicini je elektromagnetno sevanje danes najpogosteje uporabljeno:

- Za zdravljenje raka, za katerega se uporabljajo tako mikrovalovi kot magnetno polje nizkih frekvenc. V nekaterih primerih zdravljenje poteka tako, da v tumor vstavijo od 8 do 12 sond, ki tumor grejejo z mikrovalovi. Druga metoda zdravljenja pa predstavlja izpostavljanje celega telesa izmeničnemu magnetnemu polju in je to zgolj dopolnilo ostalim oblikam zdravljenja.
- Za zdravljenje bolezni srca in ožilja s pomočjo impulznega magnetnega polja. Veliko poskusov in raziskav je dokazalo, da izmenično magnetno polje vpliva na obnašanje krvi v našem telesu.
- Za zdravljenje bolezni prebavil in razjed, pri čemer se uporabljajo impulzni tokovi, ki dajejo občutek nebolečih vibracij.
- Za zdravljenje neravnovesja v živčnem sistemu, saj šibka elektromagnetna polja oblažijo simptome Parkinsonove bolezni, za katero je značilna otrplost, ki jo z rahlimi impulzi blažijo. Prav tako z njim zdravijo bolnike z multiplo sklerozo, rezultati pa kažejo izboljšanje v pacientovi motoriki, hoji in ravnotežju.

### **SLABOSTI**

Z razvojem znanosti in tehnologije se človekov način življenja in njegovo okolje silovito spreminjata. Z vsemi koristmi, ki jih prinese napredna tehnologija pa le ta prinese tudi ogromno stranskih in celo možnih nevarnih učinkov, ki jih povzročajo elektromagnetna polja. Razlogov zakaj je izpostavljenost elektromagnetnemu sevanju škodljiva tako živim bitjem kot ostalim napravam, bom podrobneje predstavila v poglavju Vpliv visokofrekvenčnega elektromagnetnega sevanja, tu pa se bom osredotočila zgolj na predstavitev najbolj ključnih.

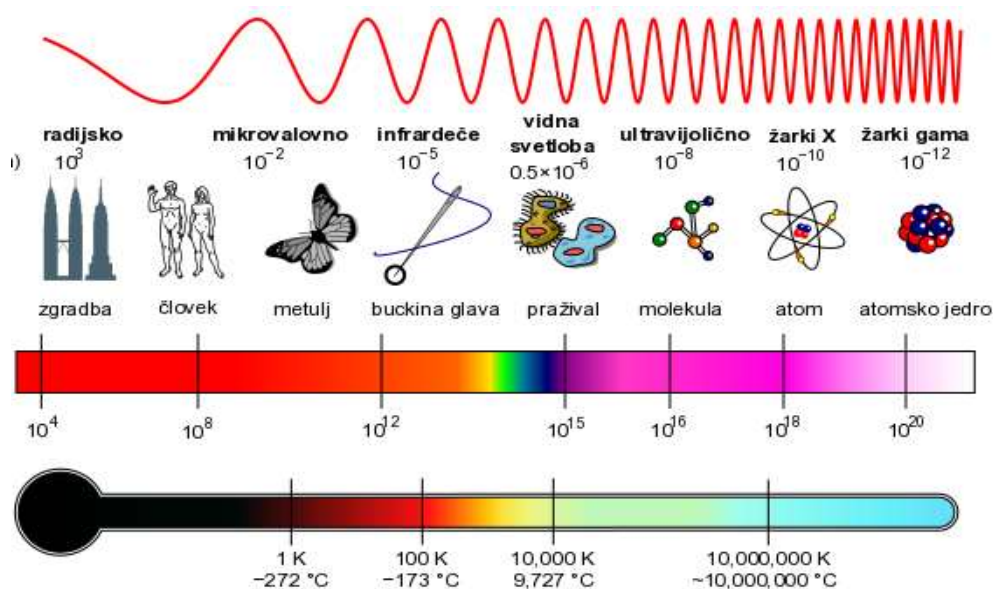
Pri visokih frekvencah, ki jih oddajajo brezžični usmerjevalniki, RTV oddajniki in bazne postaje za mobilno telefonijo, pa se delci energije, ki jo naprave oddajajo, absorbirajo v telo in je lahko njihova pogosta in dolgotrajna uporaba na dolgi rok zdravju škodljiva.

Vse elektronske naprave so občutljive na visokofrekvenčno elektromagnetno delovanje in njihove motnje lahko ljudje zaznavamo tudi sami. To pokaže preprost poskus, ki smo ga vsi verjetno že kdaj nehote doživeli. »Signal mobilnega telefona oddaja impulzno moduliran signal, ki se v obliki elektromagnetnega valovanja širi v prostor. Kovinska sestava v moteni napravi predstavlja antene na katere se signal visokih frekvenc ujame (Slovenske novice).« Elektronska vezja ojačajo signal slišne frekvence v akustičnih napravah in motnje lahko slišimo kot hreščanje.

## 2.3. Viri elektromagnetnega sevanja

### 2.3.1. Spekter elektromagnetnega delovanja

Spekter elektromagnetnega sevanja je tako širok, da vsebuje ogromno virov. Kot že prej omenjeno so vir električnega in magnetnega valovanja vse naprave priklopljene v električno omrežje na primer TV sprejemnik, mikrovalovna pečica, sušilnik za lase in drugi. Poleg teh pa lahko elektromagnetno sevanje najdemo tudi v obliki naravnih virov. Ti se nahajajo v vodi, zemlji, hrani in celo v človeškem telesu. Naravnih virov je v resnici veliko več kot umetnih, kakšen je spekter valovanja obeh pa si pogledjmo na spodnji sliki. Spekter elektromagnetnega valovanja se razteza od radijskih valov, ki imajo nizko frekvenco in dolgo valovno dolžino vse do gama žarkov, katerih frekvenca je relativno visoka, valovna dolžina pa zelo kratka, primerjamo pa jo lahko z velikostjo atomskega jedra.



Slika 2 spekter elektromagnetnega delovanja

Elektromagnetna sevanja delimo v dve večji skupini: ionizirna in neionizirana. Prva imajo dovolj moči, da izbijajo elektrone iz atoma, medtem ko je druga nimajo. V spodnji tabeli je prikazano območje frekvenčnih virov vse od najnižjih pa do najvišjih.

| Frekvenčno območje |         | Valovna dolžina |           | Mednarodna oznaka                    | Viri                                                     |
|--------------------|---------|-----------------|-----------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| od                 | do      | od              | do        |                                      |                                                          |
| 0 Hz               | 30 Hz   | 8               | 10.000 km | Sub-ELF<br>(extremely low frequency) | vlaki, medicinske naprave                                |
| 30 Hz              | 300 Hz  | 10.000 km       | 1000 km   | ELF<br>(extremely low frequency)     | prenos električne energije                               |
| 300 Hz             | 3 kHz   | 1000 km         | 100 km    | AF<br>(audio frequency)              | zvočne frekvence                                         |
| 3 kHz              | 30 kHz  | 100 km          | 10 km     | VLF<br>(very low frequency)          | podzemne in podmorske komunikacije                       |
| 30 kHz             | 300 kHz | 10 km           | 1 km      | LF<br>(low frequency)                | radio, dolgi val                                         |
| 300 kHz            | 3 MHz   | 1 km            | 100 m     | MF<br>(medium frequency)             | radio, srednji, kratki val                               |
| 3 MHz              | 30 MHz  | 100 m           | 10 m      | HF<br>(high frequency)               | radio, kratki val                                        |
| 30 MHz             | 300 MHz | 10 m            | 1 m       | VHF<br>(very high frequency)         | radio, FM, TV - VHF, komunikacije                        |
| 300 MHz            | 3 GHz   | 1 m             | 100 mm    | UHF<br>(ultra high frequency)        | TV - UHF, mobilne komunikacije (npr. mobilna telefonija) |
| 30 GHz             | 300 GHz | 10 mm           | 1 mm      | EHF<br>(extremely high frequency)    | zveze, sateliti, ostalo                                  |

Slika 3 frekvenčna območja

### **2.3.2. NIZKOFREKVENČNI VIRI**

Vsa živa bitja smo ves čas izpostavljena elektromagnetnemu sevanju, še posebej pa smo ljudje z vsakodnevno uporabo električnih, izpostavljeni nizkofrekvenčnemu elektromagnetnemu sevanju. Nizkofrekvenčno območje, ki ga dodeljuje mednarodna razdelitev, zajema zgolj izjemno nizke frekvence (od 0 do 30 Hz), jaz pa bom za lažje razumevanje in delitev zajela vsa nizkofrekvenčna območja (od 0 Hz do 30kHz). Meja med nizkimi in visokimi frekvencami je postavljena na nekaj deset tisoč nihajev v sekundi. Ljudje se v svojem vsakdanjiku najpogosteje srečujemo z napravami, ki delujejo na frekvencah okoli 50 Hz, njihovo delovanje pa zahteva zelo veliko valovno dolžino.

Glavne lastnosti nizkofrekvenčnih virov so:

- V Sloveniji na teh frekvenčnih območjih ni elektromagnetnih polj, ampak zgolj električna in magnetna.
- V skoraj vseh primerih so povzročitelji električnih in magnetnih polj omrežja za prenos električne energije, hišne električne napeljave in gospodinjski aparati.
- Slovenska uredba pod nizkofrekvenčne vire šteje zgolj tiste, ki delujejo z močjo nad 1000 Watti, kar pomeni, da gospodinjski aparati in hišna napeljava niso vir elektromagnetnega sevanja.
- Električno polje lahko obstaja tudi, če ni električnega toka, saj je odvisno od napetosti.
- Magnetno polje pa je odvisno od električnega toka, večji kot je tok, večja je magnetna poljska jakost in gostota pretoka.

#### ***Gospodinjstvo in industrija***

Nizkofrekvenčne vire predstavljajo vse naprave priključene v električno omrežje. Te naprave načeloma delujejo na omrežni napetosti 230 V (ali 400 V), frekvenca na kateri delujejo pa je 50 Hz. Vse te naprave kot so štedilnik, pralni stroj, luči, avdio in video naprave in drugi so priključene v električne vtičnice, do katerih pride energija po vodnikih, ti pa so speljani do razdelilnikov. To z besedno zvezo imenujemo električna inštalacija, ki pa je le zadnji del poti električne energije.

#### ***Elektroenergetski vodi in transformatorji***

Od vseh elektroenergetskih vodov, ki jih poznamo, ljudje vidimo zgolj nadzemne vode, ki jih imenujemo daljnovodi. V Sloveniji imamo sistem visoko- in nizkonapetostnih vodov, ki 24 ur na dan skrbijo za prenos električne energije v naše domove. Le majhen delež te energije je v resnici uporabljen v gospodinjstvih, velika večina se porabi v industrijske namene v jeklarnah, železarnah, tekstilni industriji, proizvodnji kovinskih in kemijskih izdelkov in drugih. Veliko raziskav kaže, da bi naj ljudje, ki živijo v neposredni bližini daljnovoda ali pa jim le ta prečka pot nad streho hiše, ponoči težje spijo, se spopadajo z glavoboli in lahko imajo rahle psihične posledice.

### ***Enosmerni viri***

Enosmerni viri pa za razliko od ostalih, ki delujejo na frekvenci 50 Hz, uporabljajo enosmerno napetost oziroma enosmerni tok, kjer je frekvenca 0 Hz. Najbolj znan primer enosmernega vira so naprave električnih železnic, ki v Sloveniji delujejo na enosmerni napetosti.

### **2.3.3. VISOKOFREKVENČNI VIRI**

Visokofrekvenčni viri so tisti, ki delujejo na frekvenci od 30 kHz do več kot 300 GHz, kot je prikazano v preglednici ŠT. Skupno jih imenujemo radijski valovi. Za visokofrekvenčna sevanja veljajo drugačna merila ocenjevanja kot za nizkofrekvenčna, saj po nekaterih uredbah nizkofrekvenčno delovanje ni vir elektromagnetnega sevanja. Največja značilnost visokofrekvenčnih virov je, da nastopata električna in magnetna poljska jakost vedno skupaj, kar pa ne drži za nizkofrekvenčne vire. Sem spadajo radijski oddajniki, nizke, srednje in visoke radijske frekvence, zelo visoke in ultra visoke frekvence, radio in televizija, mobilne komunikacije, mikrovalovne zveze in radarji. Nekaj teh sem že omenila v poglavju prednosti in slabosti elektromagnetnega sevanja, kjer sem se osredotočila na njihove prednosti, sedaj pa si pogledjmo zakaj so vir elektromagnetnega sevanja in kakšne so njihove značilnosti.

#### ***Radijski oddajniki***

Radijski oddajnik deluje na frekvencah od 30 kHz do 300 GHz in so priključeni na sevalni element, ki je v tem primeru antena. V to skupino spadajo tudi radijski, televizijski in satelitski oddajniki, radarji in oddajniki za mobilne telefone. Ti oddajniki niso edini vir sevanja visokih frekvenc, so zgolj tisti najpogostejši. Med šibkejše in manj poznane pa prav tako spadajo oddajniki, ki jih železnice uporabljajo za komunikacijo vlakov, vojaški in policijski oddajniki ter oddajniki, ki jih uporablja družba za avtoceste Republike Slovenije in Gasilska zveza Slovenije.

#### ***Nizke, srednje in visoke radijske frekvence***

Za dolge, srednje in kratke valove se mednarodno uporablja izraz radijski valovi. Pri dolgem valu naprave delujejo na območju od 30 do 300 kHz, valovna dolžina pa je od 1 do 10 kilometrov. Pri srednjem valu naprave delujejo na frekvencah od 300 kHz in imajo valovno dolžino od 100 do 1000 metrov. Predstavlja najstarejše radijsko območje, ki ga še vedno uporabljamo po večjem delu Evrope in drugod po svetu. Pri kratkem valu pa naprave delujejo na frekvencah od 3 do 30 MHz, valovna dolžina pa znaša od 10 do 100 metrov. Oddajniki imajo zelo veliko moč, oddajne antene pa so načeloma izjemnih velikosti. Velikokrat tudi več kilometrov okoli antenskega območja ni naselij, saj je elektromagnetno sevanje enostavno premočno, da bi se tam zadrževali ljudje.

#### ***Zelo visoke in ultra visoke frekvence***

Velika večina radijskih oddajnih postaj (kar 95 odstotkov) deluje v območju 30 MHz do 3 GHz. Sem spadajo radijske postaje radia in televizije, mobilne telefonije, vojske, policije in drugi. Do leta 1992 so bila z oddajniki poseljena zgolj hribovita in gorata območja, z razvojem telekomunikacij pa se oddajne postaje vse bolj pojavljajo v naseljenih predelih.

### ***Radio in televizija***

Oddajne postaje radija in televizij velikih moči so postavljene zelo visoko v gorah, več deset kilometrov stran od poseljenih območij, saj je sevalna energija teh oddajnikov izjemno velika. Vidimo jih lahko na Krvavcu, Kumu, Nanosu in drugih goratih predelih. Višina in oddaljenost od prebivalstva je za vsak oddajnik določena glede na moč s katero deluje, torej večjo moč kot ima oddajnik višje in dlje od naseljenih območij je le ta postavljen. Delujejo pa z močjo od 100 W do izjemnih 1000 kW.

### ***Mobilne komunikacije***

Oddajniki za mobilne telefone delujejo na frekvencah od 300 MHz do 3 GHz in so po delovanju in sevanju precej podobni ostalim oddajnim napravam kot so radio, televizija, radarja in podobno. Njihova valovna dolžina meri od 10 cm pa do 1 metra, zaradi naprednega delovanja pa so mobilni telefoni v družbi vse bolj zaželeni in tudi razširjeni.

### ***Mikrovalovne zveze***

Mikrovalovne zveze se uporabljajo za povezavo dveh ali več točk. Njihova valovna dolžina ne presega enega metra in je lahko manjša od 0,1 centimetra. Deluje na frekvencah od 300 MHz do 300 GHz. Med točkami se prenašajo poljubne informacije, ti oddajniki pa so načeloma manjših moči, njihove antene pa zelo usmerjene. Za svoje delovanje jih izkorišča Telekom Slovenije in mobilni operaterji. V glavnem pa so mikrovalovne zveze namenjene prenosu podatkov po radijskih valovih, s tem pa se izognejo pošiljanju podatkov po kabelskih zvezah.

### ***Radarji***

Kratica radar po slovensko pomeni radijsko odkrivanje in merjenje razdalj. Delujejo na frekvencah od 3 MHz do 35 GHz. »Gre za naprave, ki izkoriščajo sipanje radijskih valov na predmetih v prostoru za daljinsko pridobivanje podatkov o njih (prisotnost, velikost, oddaljenost, hitrost, slika in drugi)« (Budin, Eggert, Gregorač, Klitzing, Mlinar 2004, 42).

### **3 PROBLEM VISOKOFREKVENČNEGA SEVANJA**

#### **3.1. Stranski in možni nevarni učinki elektromagnetnih polj**

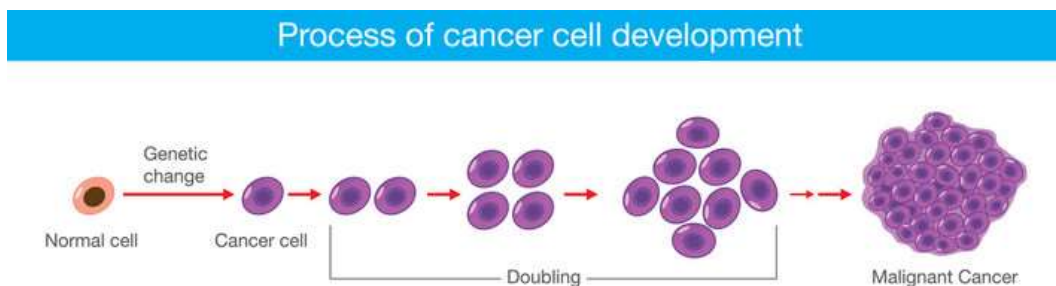
Vsa živa bitja smo ves čas izpostavljena elektromagnetnemu sevanju, ne glede na naše okolje. Ena so zgolj zaradi neposrednega stika z napravami, ki oddaja elektromagnetno sevanje, izpostavljena bolj, druga pa manj. Kljub temu, da nam elektronske naprave lajšajo življenje pa se postavlja resno vprašanje ali izpostavljenost elektromagnetnemu sevanju zdravju res ni škodljiva.

Sevanje se je razvilo že z nastankom Sonca in Zemlje. Živa bitja so elektromagnetnemu sevanju izpostavljena že od svojega nastanka, saj se v naravni obliki pojavlja kot sončna svetloba, kozmično sevanje in kot sevanje radioaktivnih snovi v zemeljski skorji. Vsi organizmi smo se tem naravnim oblikam sevanja prilagodili, vprašanje je če se bomo tudi umetnim.

Največji problem elektromagnetnega sevanja je njegovo delovanje na telo. Ko sevanje potuje skozi neko snov, se delček njega vanjo absorbira in rečemo lahko, da se del te snovi spremeni. Lahko se spremenijo njene fizikalne ali kemične lastnosti. Hrana se v mikrovalovni pečici na primer segreje, ultravijolično sevanje pa lahko v snovi sproži polimerizacijo nekaterih molekul (Raopis, 19).

#### **3.2. Je nastanek rakavih celic mit ali resničnost?**

Tako kot lahko elektromagnetno sevanje naredi spremembe v hrani in ostalih molekulah, jih lahko naredi tudi v človeškem telesu. Do frekvence 1 MHz se naše telo uspešno upira delovanju elektromagnetnega sevanja, pri frekvencah od 1 MHz do 10 GHz se velik del energije absorbira v telo, pri frekvencah nad 10 GHz pa že govorimo o močni absorpciji energije v kožo (Budin, Eggert, Gregorač, Klitzing, Mlinar 2004, 65). Za celice so nevarne kemične in biokemične spremembe, ki so posledica ionizacije molekul, povzroči pa jih lahko tudi ultravijolična svetloba. V celici lahko nastanejo prosti radikali, ki jim v nekaterih kemijskih vezeh manjka en elektron, zato prosti radikal teži k temu, da dobi tisti prosti elektron. Potegne ga lahko iz druge celice in ob tem se napadena celica spremeni, zaradi česar pa kasneje ni sposobna opravljati svoje naloge. Na proste radikale so najbolj občutljive maščobe v membranah in DNK, ki sestavlja gene (Raopis, 19). Ionizirajoče sevanje povzroča nastanek prostih radikalov predvsem v molekulah vode, ki pa predstavlja kar 80 odstotkov vseh snovi v celici. Na spodnji sliki je prikazan potek spremembe zdrave celice v rakavo. Sprememba povzroči drugačno obnašanje celice, zato izgubi svoj prvotni pomen in se začne nekontrolirano deliti in se tako spremeni v rakavo celico.



Slika 4 sprememba celic

Ionizirajoče sevanje lahko povzroči celično smrt ali pa jo prisili, da se začne nekontrolirano deliti. Posledica odmiranja celic je lahko uničenje živčnega tkiva, poškodba sluznic ali sprememba krvne slike. Sicer se spremembe v molekuli DNK nenehno dogajajo, ampak jih se celica sposobna sama popraviti. V vseh celicah našega telesa se pojavi vsaj 150.000 prelomov molekule DNK dnevno, če je telo izpostavljeno ionizirajočemu sevanju pa se jih pojavi še okoli 30 zraven (Raopis, 2006).

Če se vrnemo k sliki 3, lahko rečemo, da se absorbiranje sevalne energije začne že pri neposredni bližini radia in se samo stopnjuje z uporabo televizijskih in mobilnih komunikacij in vrh doseže v bližini satelitov. Vse te frekvence skupno imenujemo mikrovalovne frekvence.

### 3.3. Mobilne komunikacije in ljudje

Ljudje smo obsedeni in zaradi njihove funkcionalnosti odvisni od uporabe mobilnih telefonov. Njihova prisotnost nas zadnja leta spremlja na vsakem koraku, zaradi tehnološkega napredka pa so postali vse bolj priljubljen vir informacij in pravi »življenjski priročnik.« Izdelovalci mobilnih telefonov nas razvajajo z nešteto zabavnimi, poučnimi in koristnimi vsebinami, ki nam lajšajo življenje, zato je mobilni telefon postal naš »najboljši prijatelj.«

Že od nekdaj obstaja prepričanje, da so mobilni telefoni zdravju škodljivi. Različne študije kažejo različno dejstvo pa je, da se ljudje mobilnim telefonom ne bomo zlahka odpovedali predvsem zaradi lajšanja naše komunikacije. Različne dolgoletne študije niso pokazale kroničnega povečanja tveganja za rakavimi obolenji, problem vidijo v prekratki množični uporabi mobilnih telefonov. Mednarodna študija Interphone je še vedno v sklepnih fazah, saj študije za uporabnike, ki so mobilni telefon uporabljali manj kot 10 let, niso pokazale povečanega tveganja za nastanek možganskega tumorja (INIS). V bran pa se jim postavljajo številne raziskave, ki kažejo drugače. Hardell je s nizom 11 raziskav pokazal, da je tveganje za nastanek možganskega tumorja 2,5 krat večje, če telefon uporabljamo na eni strani glave, tam kamor se sevalna energija v možganih najbolj absorbira (INIS).

Vzrok različnih rezultatov različnih raziskav so lahko posledica različnega časovnega obdobja uporabe mobilnih telefonov. Vzrok je lahko tudi različen način uporabe (oddaljenost od telesa- s tem imam v mislih predvsem predel glave), časovna uporaba skozi dan, izpostavljenost v času spanja in drugo. Neenotni

rezultati raziskav pa odpirajo mnoga nova vprašanja in predstavljajo težnjo po nadaljnjih raziskavah.

Povečano tveganje lahko pripišemo več kot 10 letnim uporabnikom mobilnih telefonov, res pa je, da je njihova uporaba iz leta v leto vse bolj razširjena, posledično se večajo tudi tveganja. Postavlja se problem, da vse več otrok uporablja mobilne telefone in so s tem vsakodnevno izpostavljeni visokofrekvenčnemu elektromagnetnemu sevanju. Mnogi se bojijo, da so otroci zaradi še nerazvitega živčnega sistema, bolj občutljivi od odraslih, njihovi možgani zaradi boljše prevodnosti absorbirajo več sevalne energije, njihova izpostavljenost pa bo časovno gledano veliko daljša od odraslih oseb danes.

<https://cbd-international.net/cannabis-oil-helps-cancer-treatment-kill-cancer-cells/>

### **3.4. Mikrovalovne pečice**

Mikrovalovne pečice so zaradi svoje lahke in vsestranske uporabe zelo priljubljene v današnjih gospodinjstvih. V njej lahko hitro pogrejemo kozarec mleka, skuhamo čaj ali pogrejemo včerajšnje kosilo, saj je uporaba hitra in enostavna. Odprto je vprašanje ali je uporaba mikrovalovnih pečic v gospodinjstvu res varna, Inštitut za varovanje zdravja pa opozarja, da so mikrovalovne pečice varne in primerne za segrevanje hrane, če se ob uporabi upoštevajo navodila proizvajalca.

Dejstvo je, da je hrana »kuhana« v mikrovalovni pečici, drugačna od tiste v pečici ali na štedilniku, saj segrevanje poteka nekoliko drugače. V mikrovalovni pečici se nahaja elektronska cevka, ki proizvaja visokofrekvenčne valove (Dnevnik, 2012). Mikrovalovi se na svoji poti lahko odbijejo, gredo skozi snov ali pa se vanjo absorbirajo. Mikrovalovi molekule v hrani prisilijo, da se začnejo vrteti in s tem proizvajajo kinetično energijo, posledica česar je segrevanje hrane. Za razliko od hrane pogrete ali peče v pečici se tu segreva zgolj hrana oziroma molekule v njej, medtem ko se v pečici segreva prostor in se zato ogreje tudi hrana.

Da se hrana v mikrovalovni pečici sploh segreje, mora vsebovati molekule vode. Neraziskano je vprašanje ali segrevanje hrane v mikrovalovni pečici spremeni kakovost hrane.

## 4 MERJENJE IN RAZISKAVA

### 4.1. Primerjava SAR med Samsung galaxy s 3 mini in iPhone 8 plus

Mobilne naprave so izdelane v skladu s standardi Evropske Unije, ki narekujejo, da mora biti človekova izpostavljenost radio frekvenčni (krajše tudi RF) energiji manjša od 2 W/kg. Raziskala sem razliko SAR (specifična stopnja absorpcije) med svojim prvim in zdajšnjim mobilnim telefonom. Rojstvo mojega prvega telefona znamke Samsung modela GT I8190 sega v leto 2012. V priloženih navodilih za uporabo so navedene SAR vrednosti mobilnega telefona in pripisana priporočljiva oddaljenost od telesa, ki znaša 1,5 cm. Napisano je, da Svetovna zdravstvena organizacija ljudem zaskrbljenim zaradi izpostavljenosti elektromagnetnemu sevanju, priporoča uporabo prostoročnih pripomočkov med samo uporabo mobilnega telefona na primer slušalke med telefonskimi pogovori ali pa preprosto skrajšajo čas uporabe (glej sliko ST). Vrednost SAR v predelu glave je ob uporabi tega telefona 0,624 W/kg, vpliv na celotno telo pa znaša 0,758 W/kg, kar je več kot polovica manj od predpisane vrednosti.

#### SLIKA

Sama sem trenutno lastnica mobilnega telefona iPhone 8 Plus A1897 podjetja Apple, ki je izšel 11. septembra 2018. Med iskanjem po vseh možnih priloženih papirjih nisem našla navodil za uporabo, kjer bi morale biti napisane SAR vrednosti, sem pa našla pot do informacij o predpisih in certifikatih, ki se skrivajo v nastavitvah mobilnega telefona. Specifičnih SAR vrednosti tudi tu niso bile napisane, zato sem jih poiskala na spletu. Omenjeno je, da v Združenih državah Amerike mejna vrednost znaša 1.6 W/kg, v Evropski uniji pa je mejna vrednost še vedno enaka 2 W/kg kot leta 2012 (RF SAFE, 2017). SAR pri navadni uporabi mobilnega telefona in uporabi vroče točke znaša 1,09 W/kg ob glavi in stiku s telesom. Pri uporabi brezžičnih internetnih povezav (WiFi, mobilni podatki) pa vrednost SAR zelo naraste- 1,59 W/kg ob glavi in 1,45 W/kg na celotno telo (RF SAFE, 2017). Zanimivo je, da vpliv na predel glave znaša zgolj manj 0,01 W/kg od predpisane ameriške vrednosti, kar je izjemno blizu priporočljive meje. Poleg tega pa kljub večjemu približku mejni vrednosti priporočajo najmanj 5 mm oddaljeno uporabo mobilnega telefona od telesa, kar pa znaša 1 cm manj kot je tista leta 2012.

SAR- specifična stopnja absorpcije, ki predstavlja enoto za merjenje radio frekvenčne energije, ki jo telo absorbira v času uporabe mobilnega telefona.

## 4.2. Izbor in struktura vzorca anketiranih

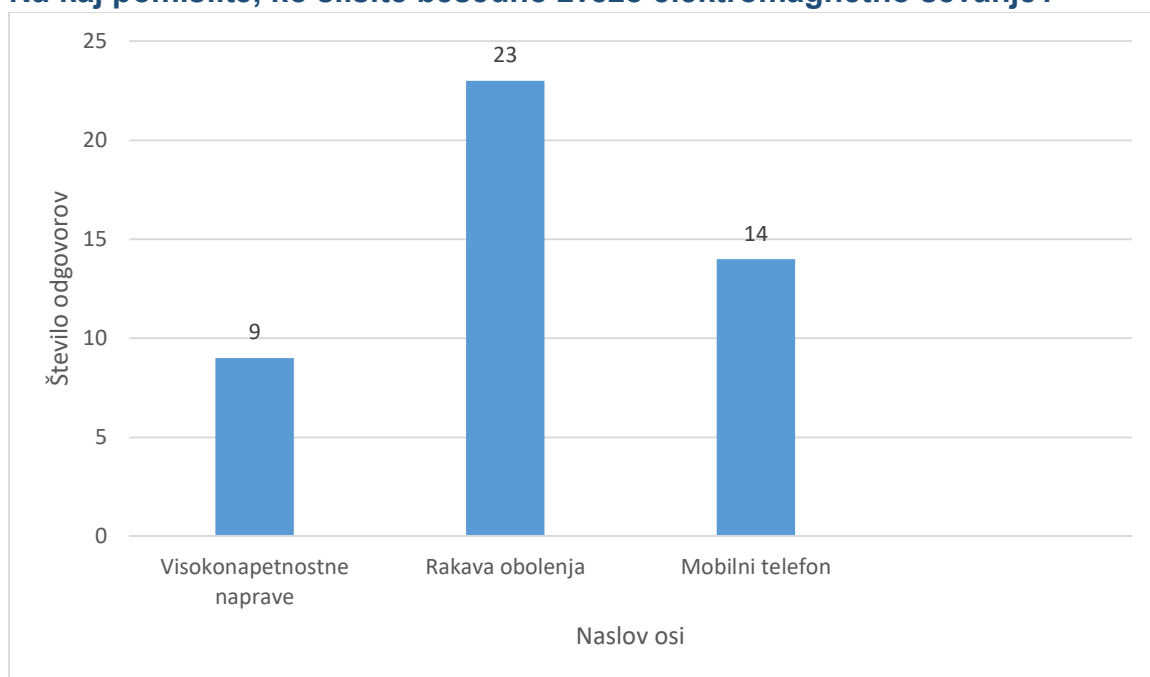
Za primarno pridobivanje podatkov v namen raziskovalne naloge sem med posameznike razdelila v naprej pripravljen vprašalnik ne glede na spol in starost posameznika, saj me je zanimala povprečna uporaba različnih naprav, ki oddajajo elektromagnetno sevanje in ugotoviti njihovo ozaveščenost z vsakdanjim srečevanjem z elektromagnetnimi polji.

Izmed 80 razdeljenih vprašalnikov, je bilo vrnjenih oziroma rešenih 43, ostali posamezniki v raziskavi niso želeli sodelovati ali pa niso našli časa, da bi vprašalnik izpolnili. Vsi sodelujoči so bili seznanjeni, da so njihovi odgovori anonimni in predstavljeni zbirno, uporabljeni pa zgolj v namene raziskave.

## 4.3. Predstavitev raziskave

V nadaljevanju predstavljam rezultate primarne raziskave po vrstnem redu vprašanj iz vprašalnika.

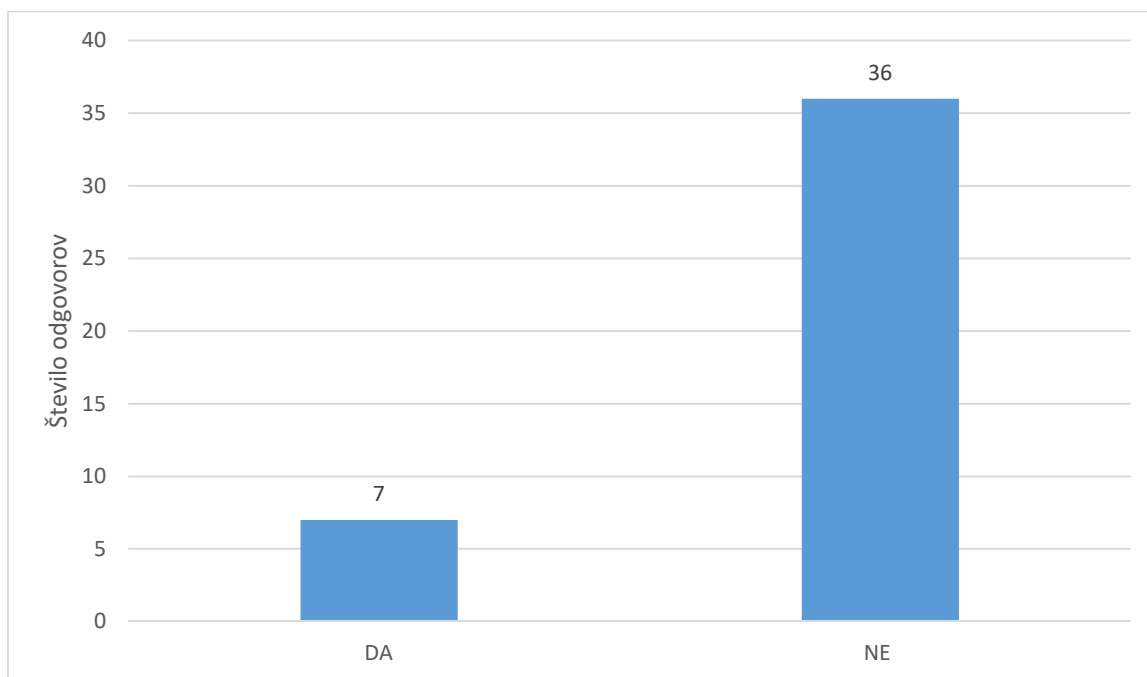
### 1. Na kaj pomislite, ko slišite besedno zvezo elektromagnetno sevanje?



Graf 1 elektromagnetno sevanje

Naprej me je zanimalo na kaj ljudje najprej pomislijo, ko slišijo besedno zvezo elektromagnetno sevanje. Večina anketirancev- kar 23 od 43 je odgovorilo, da najprej pomislijo na rakava obolenja, 14 jih pomisli na mobilne telefone in 9 na visokonapetostne naprave.

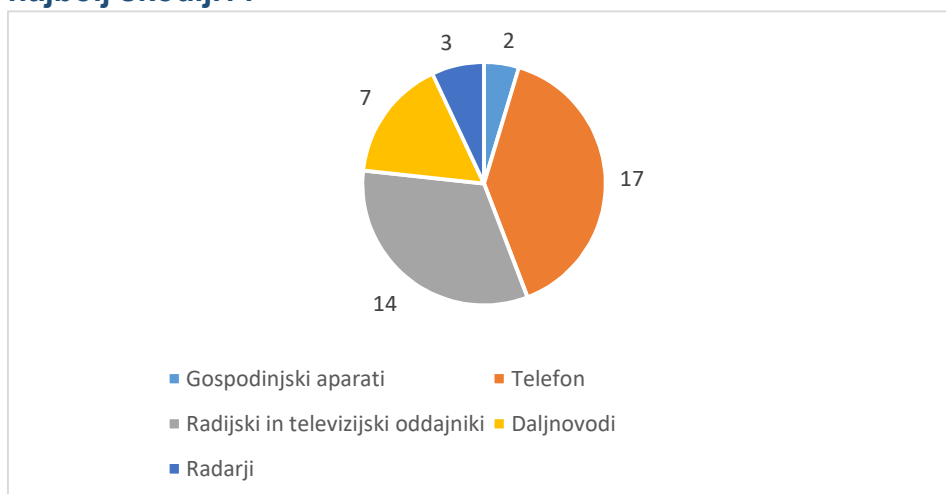
## 2. Ali veste, da so gospodinjski aparati vir elektromagnetnega sevanja?



Graf 2 viri sevanj

Ljudje smo ves čas izpostavljeni elektromagnetnemu sevanju. Bodisi si da je to sevanje sonca, telefona, televizije ali pa celo sami gospodinjski aparati, saj sevajo vse naprave priklopljene v električno omrežje. Zanimalo me je ali so ljudje seznanjeni s tem, da tudi njihovi gospodinjski aparati sevajo. Velika večina- kar 36 anketirancev je odgovorilo, da ne vedo, da so gospodinjski aparati vir elektromagnetnega sevanja, medtem ko je ostalih 7 to vedelo.

## 3. Kateri vir elektromagnetnega sevanja od naštetih je po vašem mnenju najbolj škodljiv?

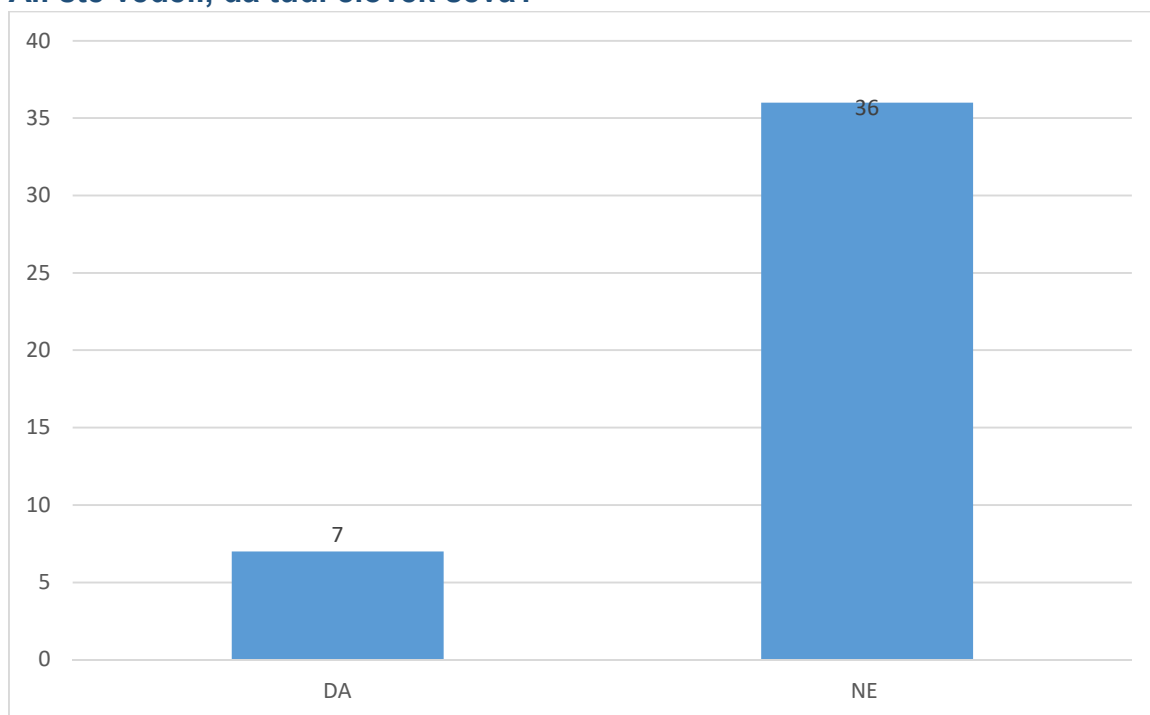


Graf 3 škodljivost virov sevanj

Da ostanemo zdravi moramo vedeti katerim škodljivim virom elektromagnetnega sevanja se moramo izogibati, zato sem v 3. vprašanju vprašala za kateri vir od

našteti menijo, da je zdravju najbolj škodljiv. 17 anketirancev meni, da je to mobilni telefon, 14 radijski in televizijski oddajniki, daljnovodi, 3 radarji in 2 gospodinjski aparati.

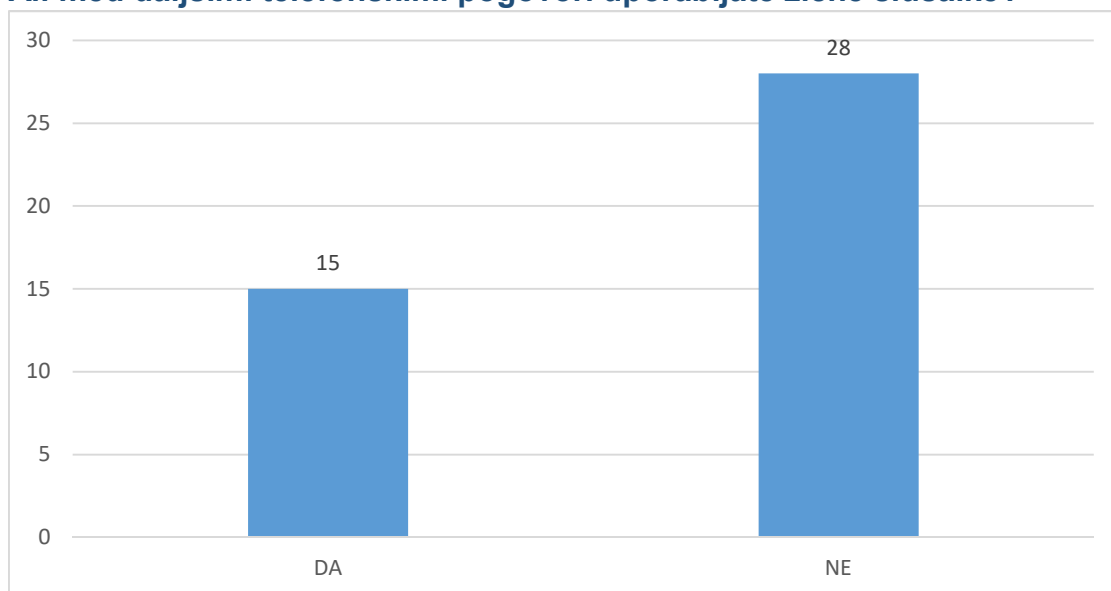
#### 4. Ali ste vedeli, da tudi človek seva?



Graf 4 človek in sevanje

Večina anketirancev ni vedela, da sevamo tudi ljudje sami.

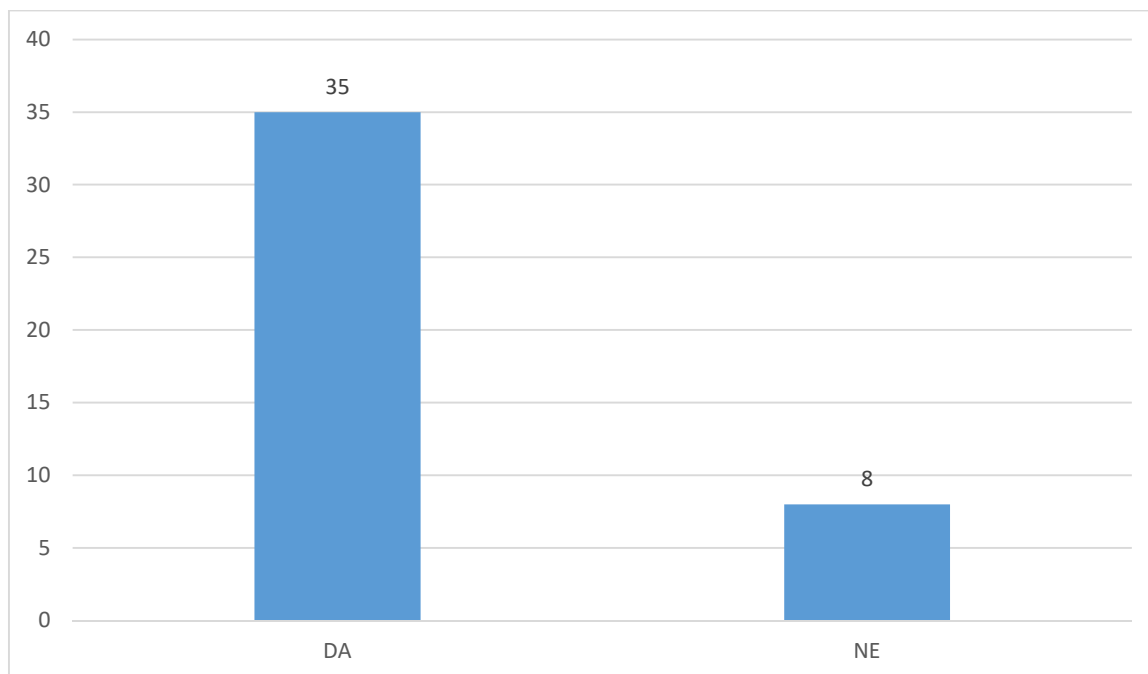
#### 5. Ali med daljšimi telefonskimi pogovori uporabljate žične slušalke?



Graf 5 uporaba prostoročne tehnologije

Uporaba mobilnega telefona blizu glave lahko na daljši rok poškoduje del naših možganov. Večina anketirancev- kar 28 od 43- med daljšimi pogovori ne uporablja žične slušalke, čeprav je to priporočeno.

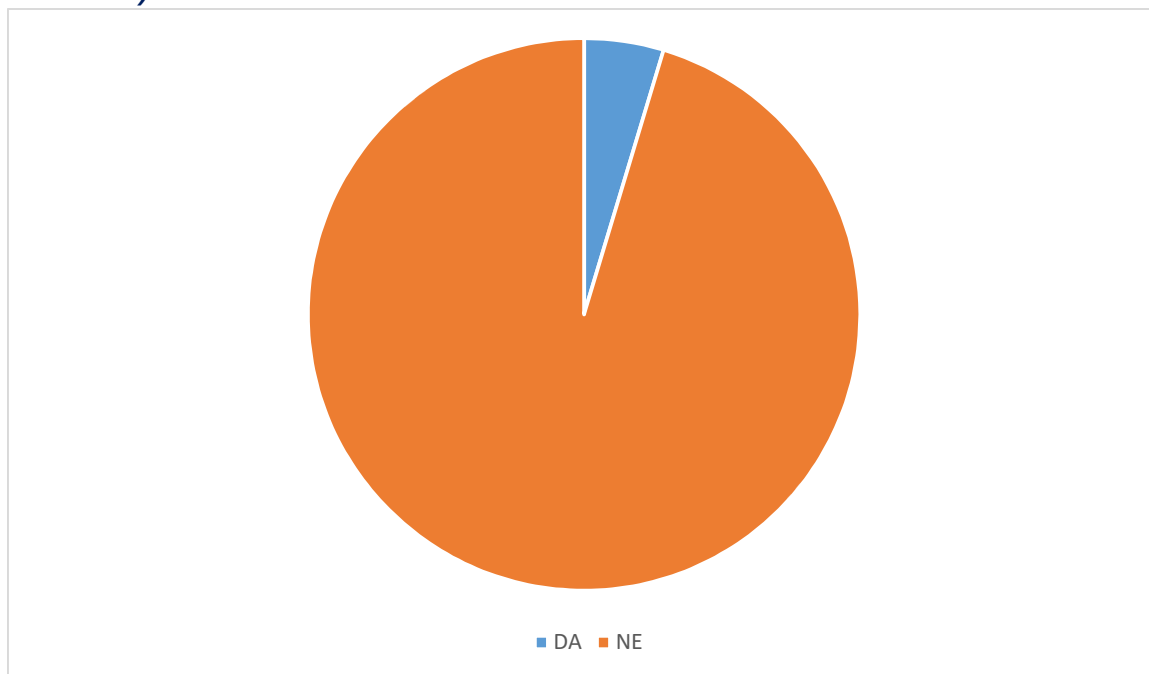
**6. Če bi vedeli, da lahko pogosta uporaba mobilnega telefona v neposredni bližini glave na dolgi rok vpliva na razvoj vaših možganov, bi za daljše pogovore začeli uporabljati žične slušalke?**



*Graf 6 uporabnost prostoročne tehnologije*

Iz zgornjega grafa je razvidno, da bi velika večina anketirancev ob boljši ozaveščenosti bolj poskrbela za zaščito pred sevanjem v tem primeru mobilnih telefonov, prav zagotovo pa bi to lahko rekli za katero koli napravo, ki je na dolgi rok zaradi elektromagnetnega sevanja zdravju škodljiva pa o tem širša množica ni dovolj dobro obveščena.

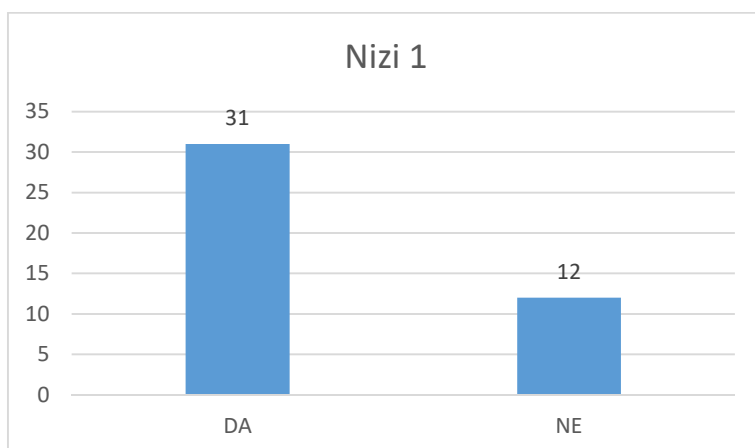
7. Ali veš, da so ob nakupu mobilnega telefona priložena navodila za uporabo v kateri so zapisani podatki SAR in priporočena oddaljenost od telesa? (SAR- specifična stopnja absorpcije, ki predstavlja enoto za merjenje radio frekvenčne energije, ki jo telo absorbira v času uporabe mobilnega telefona.)



Graf 7 vrednost SAR

Velika večina anketirancev ni ve, da ob nakupu telefona v navodilih za uporabo lahko pogledajo kakšna je SAR vrednost njihovega mobilnega telefona, kakšna je mednarodna mejna vrednost in koliko cm stran od telesa je priporočljivo je mobilni aparat priporočljivo držati.

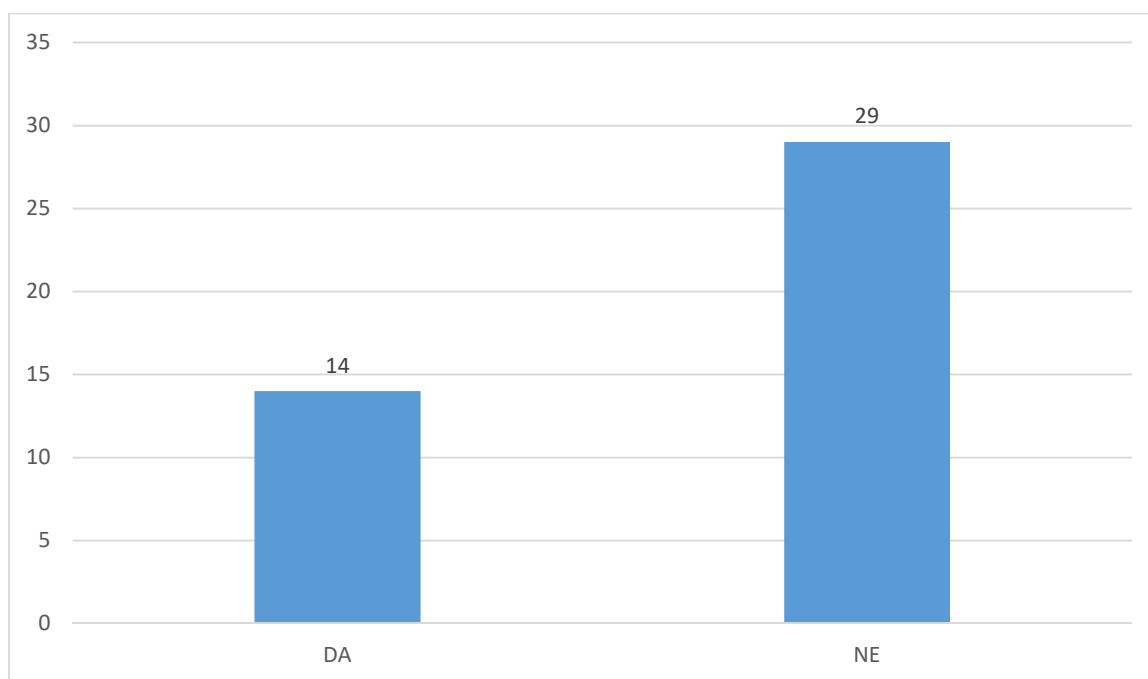
8. Ali doma uporabljate mikrovalovno pečico?



Graf 8 Mikrovalovna pečica

Na vprašanje »ali doma uporabljate mikrovalovno pečico?«, je večina anketirancev- kar 31- odgovorilo pritrdilno, ostalih 12 pa si je ne lasti.

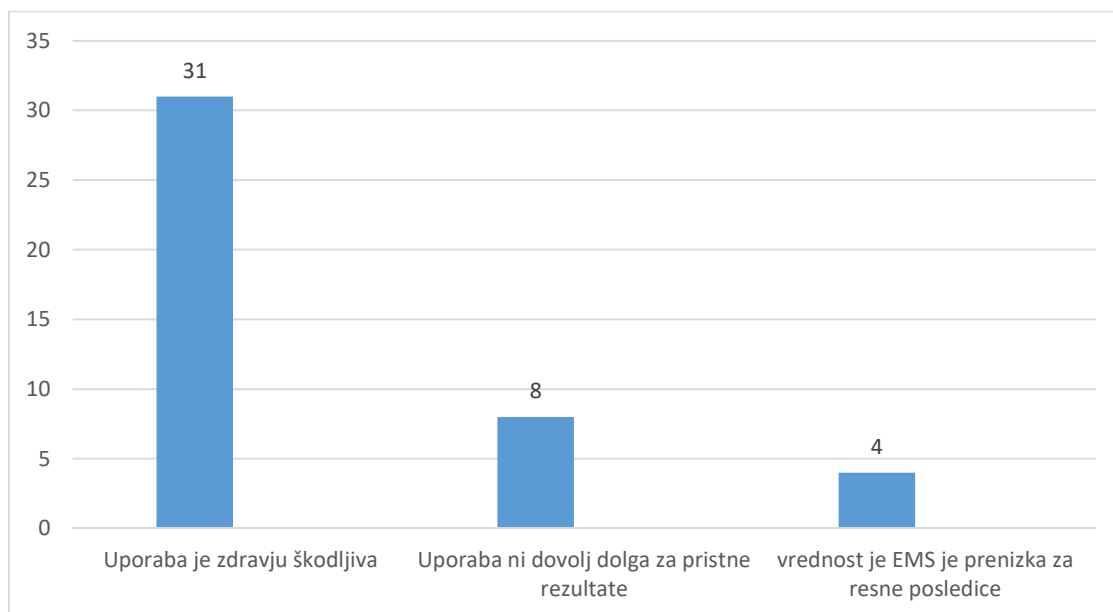
### 9. Ali stanujete v neposredni bližini daljnovoda?



Graf 9 Daljnovod

Iz grafa 9 je razvidno, da večina anketirancev ne živi v neposredni bližini daljnovodov, ki so lahko velik razlog za slabo počutje.

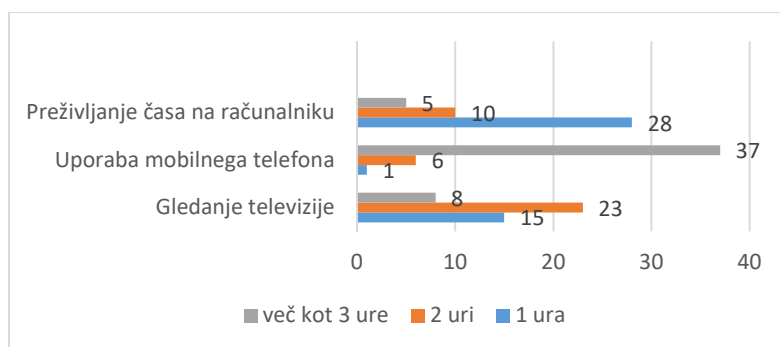
**10. Na temo zdravju škodljivih posledic uporabe mobilnih telefonov je bilo izvedeno ogromno raziskav. Nekatere so pokazale, da le ti ne škodujejo zdravju, druge pa da imajo na dolgi rok lahko resne posledice. Kaj menite vi?**



Graf 10 Škodljivost uporabe mobilnih telefonov

Večina anketirancev meni, da je uporaba mobilnih telefonov zdravju škodljiva zaradi posledic elektromagnetnega sevanja, nekaj jih meni, da uporaba mobilnih telefonov ni dovolj dolga, da bi lahko pokazali zanesljive dokaze o posledicah na daljši rok, nekaj pa jih meni, da je vrednost odsevane elektromagnetne energije prenizka za resne posledice na zdravje človeka.

**11. Ljudje se z elektromagnetnimi polji srečujemo na vsakem koraku. S križcem označi koliko ur na dan opravljaš katero aktivnost.**



Graf 11 Čas izpostavljenosti elektromagnetnim poljem

Anketiranci so množični uporabniki mobilnih naprav, kar 37 od 43 anketirancev preživi več kot 3 ure na dan v družbi mobilnega telefona, veliko si čas krajša tudi s preživljanjem v družbi računalnika 28 anketirancev na računalniku preživi vsaj 1 uro na dan. Malo manj pa je priljubljeno gledanje televizije- 23 anketirancev 2 uri na dan in 15 anketirancev 1 uro na dan.

## 5 OVREDNOTENJE HIPOTEZ

### ***H1 Gospodinjski aparati so vir elektromagnetnega sevanja saj so priključeni v električno omrežje.***

Vse naprave priključene v električno omrežje, sem spadajo tudi gospodinjski aparati kot so pomivalni stroj, pečica, hladilnik, luči in drugo delujejo na omrežni napetosti 230 V. Predstavljajo nizkofrekvenčne vire elektromagnetnega sevanja, saj vsi delujejo na frekvenci 50 Hz. Slovenska uredba pa kot nizkofrekvenčne vire opredeljuje zgolj tiste, ki delujejo z močjo večjo od 1000 Wattov, kar pomeni, da gospodinjski aparati ne sodijo med vire elektromagnetnega sevanja.

Po drugi strani pa med gospodinjske aparate sodi tudi mikrovalovna pečica. Pri svojem delovanju proizvaja visokofrekvenčne valove in predstavlja velik vir visokofrekvenčnega elektromagnetnega sevanja.

Z anketnim vprašalnikom sem ugotovila, da večina anketirancev ne ve, da so gospodinjski aparati vir elektromagnetnega sevanja, tudi pod vprašanjem kateri od naštetih virov elektromagnetnega sevanja se jim zdi najbolj škodljiv, se je za gospodinjske aparate odločilo najmanjše število anketirancev.

Glede na nesoglasje o določanju virov nizkofrekvenčnega sevanja lahko to hipotezo le delno potrdimo.

### ***H2 Morebitnim posledicam elektromagnetnega sevanja se lahko izognemo s pametno uporabo električnih naprav.***

Glavni vir elektromagnetnega sevanja nam danes, zaradi prepogoste uporabe, predstavljajo mobilni telefoni. Raziskave sicer niso pokazale nevarnih učinkov uporabe mobilnih telefonov v krajšem času, so pa pokazale neželene posledice na ljudeh, ki uporabljajo mobilni telefon več kot 10 let. Mednarodna zdravstvena organizacija opozarja, da naj ljudje pri uporabi mobilnega telefona uporabljajo razne pripomočke, da niso ves čas v neposrednem stiku z aparatom. Podatki kažejo, da je SAR višja v neposredni bližini glave, sevanje pa lahko zmanjšamo z uporabo žičnih slušalk med pogovori.

Z anketnim vprašalnikom sem ugotovila, da anketiranci niso seznanjeni z morebitnimi nevarnimi stranskimi učinki elektromagnetnega sevanja in bi ob večji ozaveščenosti poskrbeli za boljšo zaščito pred vplivi elektromagnetnega sevanja.

Glede na podatke SAR pa lahko za uporabo mobilnih podatkov to hipotezo potrdimo.

### ***H3 Nenehna izpostavljenost mobilnemu telefonu je zdravju škodljiva.***

Številne raziskave so pokazale, da mobilni telefoni nimajo škodljivih posledic na naše zdravje, je pa Hardell (INIS) z nizom 11 raziskav dokazal, da se pojavljajo spremembe v telesu pri ljudeh, ki uporabljajo mobilni telefon že več kot 10 let. Kljub mnogim raziskavam ali so mobilni telefoni zares zdravju škodljivi pa se pojavlja problem, da so smo mobilnim telefonom v velikih merah izpostavljeni zgolj zadnjih

par let, kar pa je za verodostojne raziskave njihovega vpliva na telo bistveno premalo časa. Vprašanje ali je elektromagnetno sevanje mobilnega telefona škodljivo, ostaja odprto, zato bom to hipotezo ovrgla.

#### ***H4 Hrana pogreta v mikrovalovni pečici je zaradi elektromagnetnega sevanja gensko spremenjena.***

Mikrovalovna pečica pri svojem delovanju proizvaja visokofrekvenčne valove in z njimi v hrani požene molekule vode, ki se začnejo vrteti in se pri tem sprošča kinetična energija. Segrevajo se torej vodne molekule v hrani, če hrana ne bi vsebovala čisto nič vode, se ne bi segrela. Visokofrekvenčni valovi torej segrevajo samo vodo v določeni hrani, ne spreminjajo pa njene zgradbe, zato bom tudi ti hipotezo ovrgla.

## 6 ZAKLJUČEK

Elektromagnetno sevanje nas spremlja na vsakem koraku, še posebej pa smo mu izpostavljeni doma. Živimo v okolju polnem električnih naprav, priključenih v električno omrežje, ki oddajajo elektromagnetno sevanje. Težko je reči, da ima redna neposredna bližina škodljive posledice na naše zdravje, saj mnogo do zdaj izvedenih raziskav, tega ni bilo zmožno dokazati.

Postavljena so svetovna merila, ki narekujejo do kakšne mere elektromagnetno sevanje nima vpliva na naše zdravje in se v njegovem okolju lahko zadržujemo, spet pa ni to na dolgi rok potrjeno s strani znanstvenikov. Primerjava med mojim prvim in sedanjim telefonom po vrednostih SAR mi je pokazala kako zelo tehnologija napreduje in kako se večja tveganje za nevarnost v bližini elektromagnetnih polj.

Ugotovila sem, da so ljudje zelo ne ozaveščeni o morebitnih stranskih učinkih električnih naprav s katerimi se srečujejo dnevno in bi bili ob boljši informiranosti bolj pozorni na njihovo uporabo.

## 7 LITERATURA

Knjižni viri:

BUDIN, Jožko, Eggert Siegfried idr. 2004 Elektromagnetna sevanja

MIKLAVČIČ, Damijan in GAJŠEK, Peter 1999 Vpliv neionizirnih elektromagnetnih sevanj na biološke sisteme. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko.

Spletni viri

PV portal, Slovenski portal za fotovoltaike {online}. {Povzeto 26.2.2018}

Dostopno na: <http://pv.fe.uni-lj.si/Obsevanje.aspx>

RF SAFE {online}. {Povzeto 2.3.2018}

Dostopno na: <https://www.rf-safe.com/sar-rating-comparison/apple-iphone-8-sar-rating-vs-apple-iphone-8-plus-sar-levels/>

RAOPIS, Časopis agencije za radioaktivne odpadke. 2006. {online}. {Povzeto 27.2.2018}.

Dostopno na: <http://www.arao.si/uploads/datoteke/raopis-14.pdf>

DNEVNIK. {online}. {Povzeto 9.3.2018}

Dostopno na: <https://www.dnevnik.si/336348>

INŠTITUT ZA NEONIZIRANA SEVANJA. {online}. {Povzeto 3.3.2018}

Dostopno na: <http://www.inis.si/index.php?id=96#.WqWW-eghJaS>

SLOVENSKE NOVICE. 2012. {online}. {Povzeto 6.3.2018}

<http://old.slovenskenovice.si/lifestyle/zdravje/elektromagnetno-sevanje-lahko-povzroci-razvoj-raka>

## PRILOGA 1: ANKETNI VPRAŠALNIK

Spoštovani,

sem dijakinja 4. letnika Srednje šole za kemijo, elektrotehniko in računalništvo na Šolskem centru Celje. V okviru projekta »Mladi za Celje« izdelujem raziskovalno nalogo s katero želimo proučiti problem elektromagnetnega sevanja električnih polj. Del raziskovalne naloge je tudi vprašalnik, ki smo ga pripravili.

*Elektromagnetno sevanje razumemo kot pojav, pri katerem se elektromagnetno polje oddaljuje od vira in se širi v prostor. Viri elektromagnetnega sevanja so vsi gospodinjski aparati priključeni v električno omrežje, daljnovodi, radijski in televizijski oddajniki, mobilne komunikacije in radarji.*

Veselilo bi me, če bi bili pripravljeni z nami deliti svoje mnenje in izkušnje in nam tako pomagali pri izdelavi raziskovalne naloge. Podatki bodo uporabljeni izključno za potrebe raziskovalne naloge in predstavljeni zbirno za vse anketirance, s čimer bo zagotovljena anonimnost.

Prosim, da pri vsakem vprašanju obkrožite en odgovor, ki se vam zdi najbolj ustrezen ali napišete svoje mnenje, kjer je to mogoče, razen v primeru drugačnih navodil pri posameznem vprašanju.

### **VPRAŠALNIK**

---

- 1. Na kaj pomislite, ko slišite besedno zvezo elektromagnetno sevanje?**
  - a) Visokonapetostne naprave (daljnovodi, oddajniki)
  - b) Rakava obolenja
  - c) Mobilni telefon
  
- 2. Ali veste, da so gospodinjski aparati vir elektromagnetnega sevanja?**
  - a) DA
  - b) NE
  
- 3. Kater vir elektromagnetnega sevanja od naštetih je po vašem mnenju najbolj škodljiv?**
  - a) Gospodinjski aparati
  - b) Telefon
  - c) Radijski in televizijski oddajniki
  - d) Daljnovodi
  - e) Radarji
  
- 4. Ali ste vedeli, da tudi človek seva?**
  - a) DA
  - b) NE
  
- 5. Ali med daljšimi telefonskimi pogovori uporabljate žične slušalke?**
  - a) DA
  - b) NE

6. Če bi vedeli, da lahko pogosta uporaba mobilnega telefona v neposredni bližini glave na dolgi rok vpliva na razvoj vaših možganov, bi za daljše pogovore začeli uporabljati žične slušalke?
- a) DA  
b) NE
7. *Ali veš, da so ob nakupu mobilnega telefona priložena navodila za uporabo v kateri so zapisani podatki SAR in priporočena oddaljenost od telesa? (SAR- specifična stopnja absorpcije, ki predstavlja enoto za merjenje radio frekvenčne energije, ki jo telo absorbira v času uporabe mobilnega telefona.)*
- a) DA  
b) NE
8. Ali doma uporabljate mikrovalovno pečico?
- a) DA  
b) NE
9. Ali stanujete v neposredni bližini daljnovoda?
- a) DA  
b) NE
10. Na temo zdravju škodljivih posledic uporabe mobilnih telefonov je bilo izvedeno ogromno raziskav. Nekatere so pokazale, da le ti ne škodujejo zdravju, druge pa da imajo na dolgi rok lahko resne posledice. Kaj menite vi?
- a) Temu ne posvečam pozornosti  
b) Menim, da o tem ni zbranih dovolj dokazov  
c) Menim, da bi morali biti o tem obveščeni ob vsakem nakupu  
d) Drugo:
- 

11. Ljudje se z elektromagnetnimi polji srečujemo na vsakem koraku. S križcem označi koliko ur na dan opravljaš katero aktivnost.

| Aktivnost                        | 1 ura | 2 uri | Več kot 3 ure |
|----------------------------------|-------|-------|---------------|
| Gledanje televizije              |       |       |               |
| Uporaba mobilnega telefona       |       |       |               |
| Preživljanje časa na računalniku |       |       |               |

Ana Bombek