

ŠOLSKI CENTER VELENJE  
ELEKTRO IN RAČUNALNIŠKA ŠOLA

MLADI RAZISKOVALCI ZA RAZVOJ ŠALEŠKE DOLINE

RAZISKOVALNA NALOGA

## **Brezžično polnjenje mobilnih telefonov**

Tematsko področje:

Telekomunikacije

Armin Topić, 4. letnik

Jasmin Kurbašić, 4. letnik

Mišo Jovanović, 4.letnik

Mentor: Nedeljko Grabant, dipl. inž.

Velenje, 2014

A. Topić, J. Kurbašić, M. Jovanović, Brezžično polnjenje mobilnih telefonov  
Raz. nal., ŠC Velenje, Elektro in računalniška šola, 2014

Raziskovalna naloga je bila opravljena na ŠC Velenje, Elektro in računalniška šola, 2014.

Mentor: Nedeljko Grabant, dipl. inž.

Datum predstavitve: marec 2014



Armin Topić, Jasmin Kurbašić, Mišo Jovanović, Nedeljko Grabant

## **KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA**

ŠD ŠC Velenje, šolsko leto 2013/2014

KG brezžično / polnjenje / telefoni / mobitel / indukcija / brezžično polnjenje

AV TOPIĆ, Armin/KURBAŠIĆ, Jasmin/JOVANOVIĆ, Mišo

SA GRABANT, Nedeljko

KZ 3320 Velenje, SLO, Trg mladosti 3

ZA ŠC Velenje, Elektro in računalniška šola, 2014

LI 2014

IN Brezžično polnjenje mobilnih telefonov

TD Raziskovalna naloga

OP IX, 35 s., 11 tab., 23 sl., 7 graf., 0 p., 7 vir

IJ SL

JI sl

AI Brezžično polnjenje je vrsta polnjenja baterij mobilnih telefonov, kjer ni potrebna žična povezava z mobilnikom. Večina ljudi uporablja žično polnjenje mobilnih telefonov, ki pa ga bo v prihodnosti izpodrinilo brezžično polnjenje. Saj je ta vrsta polnjenja hitrejša in uporabnejša. Kot že samo ime pove, ne potrebujemo dodatnih kablov, telefon samo postavimo na polnilno postajo (ta oddaja spremenljivo magnetno polje). Iz postaje se na osnovi elektromagnetne indukcije v ploščati tuljavi mobilnega telefona inducira napetost z ustreznim polnilnim vezjem ter se s to napetostjo polni baterija mobilnega telefona. Ta vrsta polnjenja v tem času še ni zelo razširjena, vendar jo proizvajalci mobilnih telefonov vse pogosteje vgrajujejo v svoje nove modele mobilnih telefonov. V okviru raziskovalne naloge smo vgradili vezje za brezžično polnjenje v telefon enega od raziskovalcev in izvedli različne meritve. Z anketo smo pridobili mnenje o smiselnosti in željah uporabnikov, glede uporabe ali predelave brezžičnega polnjenja. Ugotovili smo prednosti in slabosti žičnega ter brezžičnega polnjenja mobilnih telefonov.

## KEY WORDS DOCUMENTATION

ND ŠC Velenje, 2013/2014

CX wireless / charging / phones / mobile phone / induction / wireless charging

AU TOPIĆ, Armin/KURBAŠIĆ, Jasmin/JOVANOVIĆ, Mišo

AA GRABANT, Nedeljko

PP 3320 Velenje, SLO, Trg mladosti 3

PB ŠC Velenje, Elektro in računalniška šola, 2014

PY 2014

TI Wireless phone charging

DT RESEARCH WORK

NO IX, 35 p., 11.tab., 7 chart, 23 fig., 0 app., 7 ref.

LA SL

AL sl/en

*AB Wireless charging is a way of charging your mobile phone without a direct connection with the phone. Most people use cables or cords for charging mobiles, which will assumingly in the future be replaced by wireless charging, because in our opinion wireless charging is faster and more useful. With wireless charging we don't need all those additional cables and cords, we simply place the mobile phone on the charging dock. There, based on electromagnetic induction in the flat coil that is integrated into the mobile phone, a voltage is induced and with an appropriate charging circuit the voltage charges the battery of the mobile phone. This type of charging is not very well known, but mobile phone manufacturers are including it into their new products. In the context of our research we will try to integrate our own coil and make it work. We will also do some measuring and a survey, where we will ask people about their opinion on the use of wireless charging.*

## Kazalo kratic

% – *procent*

+ – *plus*

× – *krat*

€ – *Euro*

*A* = *amper*

*ang.* – *prevod iz angleškega jezika*

*BY* – *priznanje avtorstva*

*CC* – *angl. Creative Commons, kreativna skupnost*

*cca* – *približno, okoli*

*d. d.* - *delniška družba*

*dipl.* – *diplomirani*

*ERŠ* – *Elektro in računalniška šola*

*g* = *gram*

*g.* – *gospod*

*ga.* – *gospa*

*h* - *ura*

*HTML* - *Hyper Text Markup Language (slovensko jezik za označevanje nadbesedila)*

*http* – *angl. hipertext transfer protocale, nadbesedilni prenosni protokol*

*inž.* – *inženir*

*IP* - *Internet Protocol, slo: internetni protokol*

*kHz* *kilohertz*

*kW* *kilovat*

*mA* - *miliamper*

*mH – mili henri (enota za induktivnost)*

*mm = milimeter*

*mV - milivolt*

*NFMR – angl. near field magnetic resonance – magnetna resonanca bližnjega polja*

*npr. – na primer*

*$\Omega$  (znak za ohm) – ohm (enota za uporanost)*

*ŠCV – Šolski Center Velenje*

*sl. – slovensko*

*spl. – splet*

*standby - stanje pripravljenosti*

*t.i. – tako imenovani*

*URL - naslov spletnih strani v svetovnem spletu.*

*V = volt*

*W - vat*

*Wh - vat ura*

*wiki – Wikipedia*

*WPC – angl. Wireless Power Consumption- Brežična poraba*

*www – world wide web -svetovni splet*

## KAZALO VSEBINE

1	UVOD .....	1
1.1	Hipoteze raziskovalne naloge .....	1
2	PREGLED OBJAV .....	2
2.1	Kaj je to brezžično polnjenje?.....	2
2.2	Kako deluje brezžično polnjenje? .....	4
	Kaj je indukcija? .....	4
2.3	Standard “Qi - WPC” .....	6
2.4	Razširjenost in uporaba brezžičnega polnjenja danes in razvoj.....	8
2.5	Kaj je hotpoint? .....	9
2.6	Stroški izdelave - cene .....	10
3	MATERIALI IN METODE DELA.....	13
3.1	Brezžično ali žično polnjenje .....	19
3.2	Testiranje brezžičnih ponilcev proizvajalcev Samsunga in Nokie .....	21
3.3	Primerjava proizvajalcev in izdelkov .....	24
4	RAZPRAVA .....	28
5	ZAKLJUČEK.....	32
6	LITERATURA .....	33
7	ZAHVALE .....	34
8	O AVTORJIH .....	35

## KAZALO SLIK

Slika 1: Osnovne princip induktivnega prenosa energije, vir [1] .....	2
Slika 2: Učinkovitost polnjenja glede na razdaljo, vir: [4] .....	3
Slika 3: Blokovni načrt sistema za brezžično polnjenje, vir: [7] .....	8
Slika 4: Cenik Hotpoint opreme [5] .....	10
Slika 5: Samsung Galaxy Note 3, Samsung polnilec in sprejemnik .....	11
Slika 6: Nokia Lumia 920 in Nokiin polnilec .....	11
Slika 7: Tuljavi uporabljeni za merjenje .....	13
Slika 8: Oscilogram napetosti na telefonu Samsung Galaxy Note 3, lastna slika .....	14
Slika 9: Oscilogram napetosti nad telefonom Nokia Lumia 920, lastna slika .....	14
Slika 10: Zračna tuljava postavljena ob Nokii, lastna slika .....	15
Slika 11: Meritve izvedene na direktno na polnilcu, lastna slika.....	15
Slika 12: Meritve izvedene direktno na polnilcu z super-LT tuljavo, lastna slika .....	16
Slika 13: Tuljava postavljena direktno na polnilec, lastna slika .....	16
Slika 14: Postavljen sprejemnik na Nokia polnilcu, lastna slika .....	17
Slika 15: Oscilogram inducirane napetosti ob merjenju na sprejemniku, ki je direktno na polnilcu, lastna slika.....	17
Slika 16: Sprejemnik direktno postavljen na Samsung polnilcu in nad njim merilna tuljava, lastna slika .....	18
Slika 17: Merjenje napetosti na sprejemniku, lastna slika .....	18
Slika 18: Oscilogram enosmerne napetosti 5V izmerjeno na sprejemni tuljavi, lastna slika .....	19
Slika 19: Izvajanje meritev z direktno povezavo na oscilogram, lastna slika.....	19
Slika 20: Poraba električne energije Samsunga Note 3 na Samsung polnilcu, lastna slika .....	22
Slika 21: Polnjenje Nokie na Nokia polnilcu, lastna slika.....	22
Slika 22: Skica Apple-ovega patenta [3].....	26
Slika 23: Mentor, Armin, Jasmin, Mišo (z leve proti desni) .....	35

## KAZALO TABEL

Tabela 1: Lastnosti oddajnikov .....	9
Tabela 2: Lastnosti sprejemnikov .....	9
Tabela 3: Lastnosti merilnih tuljav.....	13
Tabela 4: Meritve porabe električne energije.....	23
Tabela 5: Povprečni časi polnjenja.....	23
Tabela 6: Polnilec za Nexus 4 (oddajnik) .....	24
Tabela 7: LG WPC-300 brezžični polnilec (oddajnik) .....	24
Tabela 8: Nokia DT-900 brezžični polnilec (oddajnik).....	24
Tabela 9: Samsung brezžični polnilec (oddajnik) .....	25
Tabela 10: Brezžično polnjenje za mobilnel Samsunga Galaxy S4 - Galaxy Note 3 .....	25
Tabela 11: Brezžično polnjenje za mobilnel Nokie Lumia 920 .....	25



## KAZALO GRAFOV

Graf 1: Odgovori na vprašanje: Kateri spol ste? .....	29
Graf 2: Odgovori na vprašanje: V katero starostno skupino spadate? .....	29
Graf 3: Odgovori na vprašanje: Ali menite, da ste dovolj seznanjeni s tehnologijo brezžičnega polnjenja telefonov? .....	30
Graf 4: Odgovori na vprašanje: Kot kaj si predstavljate brezžično polnjenje telefonov? .....	30
Graf 5: Odgovori na vprašanje: Ali bi uporabljali brezžično polnjenje, če bi vam bilo to na voljo ?	31
Graf 6: Odgovori na vprašanje: Koliko bi bili pripravljeni odšteti za to tehnologijo? .....	31
Graf 7: Odgovori na vprašanje: Kateri operacijski sistem imate naložen na mobilnem telefonu? ....	31

# 1 UVOD

Za raziskovalno nalogo smo se odločili, ker nas zanimajo mobilni telefoni in nova tehnologija polnjenja le-teh. Brezžično polnjenje bi poenostavilo vsakdanjo polnjenje mobilnikov (mobilnih telefonov), saj telefon samo položimo na polnilno postajo. Za raziskovanje potrebujemo najmanj dva različna telefona, ki podpirata brezžično polnjenje in polnilne postaje. V sklopu raziskovalne naloge bomo izvedli različne meritve in tudi povprašali ljudi s pomočjo ankete.

## 1.1 Hipoteze raziskovalne naloge

Zastavili smo si naslednje hipoteze:

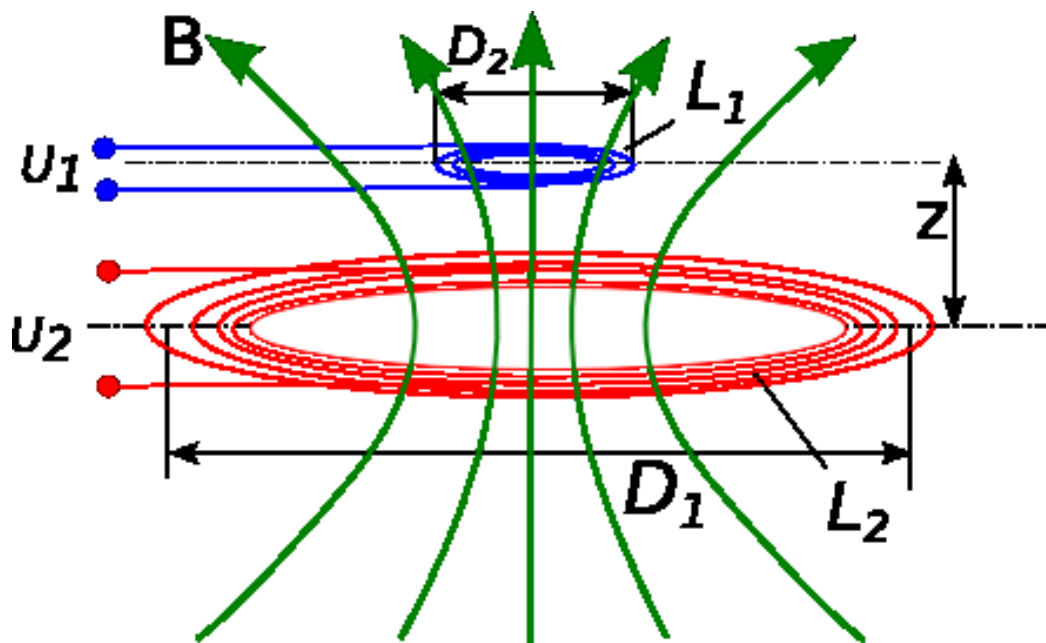
- Predvidevamo da je brezžično polnjenje tehnologija, ki bo v dveh letih standardno vgrajena v vse nove mobilne telefone.
- Sevanje ob polnjenju mobilnih telefonov ni nevarno za zdravje in počutje ljudi.
- Nadgradnja obstoječih mobilnih telefonov s tehnologijo brezžično polnjenje je preprost in cenovno dostopno množici uporabnikov (cena je pod 20 €).
- Več kot polovica mladih je seznanjena s tehnologijo brezžičnega polnjenja.

## 2 PREGLED OBJAV

Pri pregledu objav obravnavamo brezžično polnjenje, delovanje, standarde, indukcijo, uporabo in prihodnost le-tega.

### 2.1 Kaj je to brezžično polnjenje?

Brezžično polnjenje je metoda oddajanja magnetne energije preko zraka na sprejemnik naprave, kateri želimo napolniti akumulator. S to tehnologijo ni potrebno več telefona vključiti v električno vtičnico. Razlaga je seveda preprostejša, kot je sam tehnični postopek. Spodnji diagram (slika 1) prikazuje osnovne principe induktivnega prenosa energije s pomočjo zračnega transformatorja (brez jedra) [4].



Slika 1: Osnovne princip induktivnega prenosa energije, vir [1]

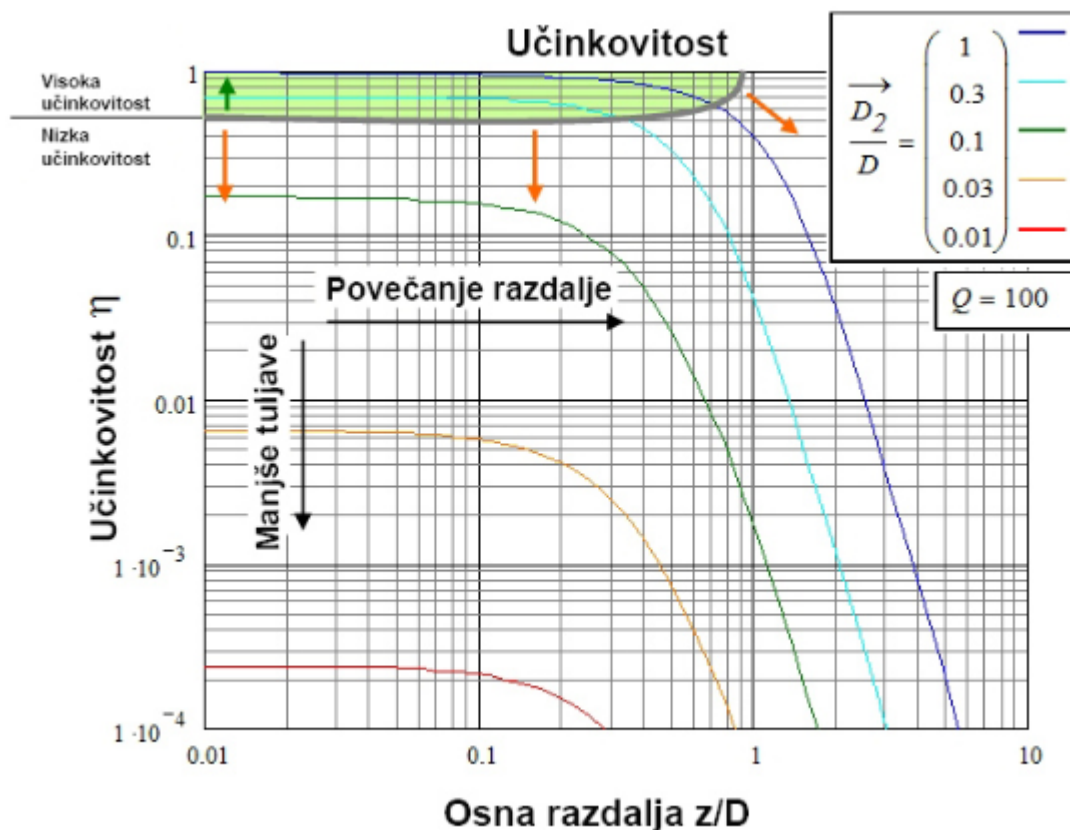
Oddajna tuljava se nahaja na dnu ( $L_1$ ), sprejemna pa na vrhu ( $L_2$ ). Te tuljave so vgrajene v električne naprave, ki omogočajo brezžično polnjenje. V tem primeru je npr.  $L_1$  tuljava od Nokia sprejemnik za brezžično polnjenje (angl. Nokia Wireless Charging Plate) in  $L_2$  je tuljava od sprejemnika v Nokia Lumia 920. Izmenični tok v oddajni tuljavi ustvarja magnetno polje, ki inducira napetost v sprejemni tuljavi. Ta napetost se potem porabi za polnjenje akumulatorja mobilnega telefona. Slika (slika 2) prikazuje izračunano optimalno učinkovitost sistema glede na

sistem prikazan na sliki 1 in z domnevnim faktorjem kakovosti 100. Dimenzije za te izračune so bile povečane zaradi večjega premera 'D<sub>1</sub>' tuljave, ki je lahko bodisi oddajnik ali sprejemnik. Vrednosti so prikazane v odvisnosti od osne razdalje tuljav (z/D<sub>1</sub>). Spremenljivka je premer manjše tuljave (D<sub>2</sub>).

Slika nam prikazuje da:

učinkovitost močno pade na večji razdalji (z/D<sub>1</sub> > 1) ali na večji razliki v velikosti na tuljavi (D<sub>1</sub> / D<sub>2</sub> < 0.3). Visoko učinkovitost lahko dosežemo z bližino (z/D<sub>1</sub> < 0.1) in na tuljavah podobne velikosti (D<sub>2</sub> / D<sub>1</sub> = 0,5 ...1)

To dokazuje, da induktivni prenos moči pri velikih razdaljah, kot je npr. v celoten prostor zelo neučinkovit. Danes si ne moremo privoščiti, da upravljamo električno energijo pri napajanju mobilnih naprav z uporabo takšnega sistema. Na drugi strani pa slika 2 prikazuje, da je induktivni prenos energije zelo konkurenčen z žičnim na malih razdaljah.



Slika 2: Učinkovitost polnjenja glede na razdaljo, vir: [4]

## 2.2 Kako deluje brezžično polnjenje?

Elektromagnetna indukcija je pojav, pri katerem nastane električna napetost v vodniku, ki se giblje v magnetnem polju tako, da smer vodnika ne sovpada s smerjo magnetnega polja, ali v električnem krogu, postavljenem v spremenljivem magnetnem polju.

Pojav je matematično prvi opisal Michael Faraday, ki je ugotovil, da je inducirana napetost  $U_i$  v zaključeni zanki premo sorazmerna hitrosti spreminjanja magnetnega pretoka  $\Phi$  skozi površino te zanke. Spoznanje je danes znano kot indukcijski zakon ali Faradayev zakon.

$$U_i = - \frac{d\Phi}{dt}$$

Predznak inducirane napetosti razlaga Lenzovo pravilo, po katerem se v zanki inducirani tok, ki skuša zaradi lastne indukcije s svojim magnetnim poljem nasprotovati spremembi, ki ga je povzročila.

### Kaj je indukcija?

Pri enakomernem premikanju ravnega vodnika po homogenem magnetnem polju tako, da je vodnik pravokoten na smer magnetnega polja, smer premikanja pa pravokotna tako na vodnik kot na magnetno polje, se indukcijski zakon poenostavi v izraz:  $U_i = lvB$  (V).

Pri tem je  $l$  dolžina vodnika v magnetnem polju,  $v$  hitrost premikanja vodnika,  $B$  pa gostota magnetnega polja.

Induktivno polnjenje znano tudi, kot brezžično polnjenje, uporablja elektromagnetno polje za prenos energije med dvema objektoma. To se običajno izvaja s polnilno postajo. Energija je pošlje skozi induktivno sklopko v električno napravo, katera lahko uporabi to energijo za polnjenje baterij ali poganjanje te naprave. Indukcijski polnilci običajno uporabljajo indukcijsko tuljavo za ustvarjanje izmeničnega magnetnega polja znotraj polnilne postaje, in drugo indukcijsko tuljavo v prenosni napravi, ki pobira moč od magnetnega polja in jo pretvori v električno moč, da napolni baterijo. Dve indukcijski tuljavi v bližini tvorita električni transformator. Večje razdalje med oddajnikom in sprejemnikom je možno doseči, ko induktivni sistem polnjenja uporablja resonančno induktivno povezavo.

#### Prednosti brezžičnega polnjenja:

- Zaščitene povezave – ni korozije, ko je elektronika zaprta, zaščiteno od vode ali kisika v ozračju.
- Varnejše za medicinske vsadke – za vgrajene medicinske pripomočke, omogoča napajanje skozi kožo, namesto da žica prebije koži in tako poveča možnost okužbe.
- Udobje – namesto, da priključimo napajalni kabel v napravo, jo lahko postavimo na ali ob polnilno postajo.
- Trajnost – brez potrebe, da nenehno priključujemo napajalni kabel, je bistveno manj obrabe na vtičnici naprave za napajalni kabel.

#### Slabosti brezžičnega polnjenja:

- Manjša učinkovitost, odpadna toplota - največja pomanjkljivost induktivnega polnjenja je njegova nižja učinkovitost in povečana upornost ogrevanja v primerjavi z neposrednim stikom. Implementacije, ki uporabljajo nižje frekvence ali starejše pogone polnijo počasneje in ustvarijo več toplote znotraj večine prenosnih naprav.
- Dražje – induktivno napajanje zahteva pogonsko elektriko in tuljavo v obeh napravah in polnilcu.
- Počasnejše polnjenje – zaradi manjše učinkovitosti, lahko naprave zahtevajo več časa za polnjenje če je napajalna moč enaka.
- Nevšečnost – ko je naprava povezana preko kabla, jo lahko prosto premikamo in uporabljamo medtem ko se polni. V izvedbah induktivnega napajanja (kot je Qi standard), mobilna naprava mora biti položena na polnilno postajo, zato napravo ne moremo premikati in jo uporabljati med polnjenjem.

Novejši pristopi zmanjšujejo izgubo prenosa energije zaradi uporabe ultra tankih tuljav, višjih frekvenc in optimiziranih podajalnikov elektronike. To privede do bolj učinkovitih in kompaktnih polnilcev in sprejemnikov, ki omogočajo njihovo integracijo v mobilne naprave oziroma baterije s potrebo majhnih sprememb. Te tehnologije omogočajo, da je čas induktivnega polnjenja primerljiv času žičnega polnjenja in danes jih je vedno več v naših mobilnih napravah. Na primer: Magne Charge polnilni sistem uporablja visokofrekvenčno indukcijo za dostavo višje moči pri učinkovitosti od 86 % (6,6 kW dostava moči, od 7,68 kW moči, ko jo sprejeme).

## 2.3 Standard "Qi - WPC"

Qi je standardni vmesnik, ki ga je razvil konzorcij WPC (Wireless Power Consortium) za prenos induktivne električne moči do 4 centimetrov (1,6"). Qi sistem obsega ploščico oz. blazinico za prenos moči (oddajnik) in združljiv sprejemnik v prenosni napravi. Da uporabimo ta Qi sistem, mobilna naprava se mora postaviti na ploščico za prenos moči, ki bo napravo napolnila preko elektromagnetne indukcije.

Proizvajalci mobilnih telefonov, ki uporabljajo Qi standard vključujejo Asus, Huawei, LG Electronics, Motorola, Nokia, Samsung in Sony. Wireless Power Consortium je bil ustanovljen leta 2008 in je odprto člansko za azijska, evropska in ameriška podjetja in številne druge industrijske proizvajalce. Njihov cilj je, da ustvarijo globalni standard za polnjenje z induktivno tehnologijo. V skladu z Qi specifikacijo, »nizka moč« za induktivni prenos pomeni prenos 0- 5 W. Sistemi, ki spadajo v področje tega standarda, so tisti, ki uporabljajo induktivni sklop med dvema plenarnima tuljavama za prenos moči od oddajnika moči do sprejemnika moči. Razdalja med tuljavama je običajno 5 mm, možno jo je razširiti vsaj do 40 mm. Regulacija izhodne napetosti je zagotovljena od strani digitalne regulacijske zanke, preko katere sprejemnik komunicira z oddajnikom ter zahteva določeno moč. Komunikacija je enosmerna od sprejemnika do oddajnika preko modulacije s povratnim sipanjem. V modulaciji s povratnim sipanjem je tuljava sprejemnika naložena, tako da lahko spremenite oddajanje na oddajniku. Te spremembe so spremljane in demodulirane v potrebne informacije, da ti dve napravi delujeta skupaj.

WPC je v avgustu 2009 objavil specifikacije nizke porabe Qi. Qi specifikacija je na voljo kot brezplačen javni prenos. V letu 2011 je WPC začel razširjati Qi specifikacijo do srednje moči. Qi specifikacijo z nizko močjo bi prenašal do 5 W, s srednjo močjo pa tudi do 120 W.

Zaradi popularnosti, ki jo Qi standard dobiva se pričakuje, da se bo v kavarnah, knjižnicah, letališčih in podobnih mestih postavile Qi dostopne točke.

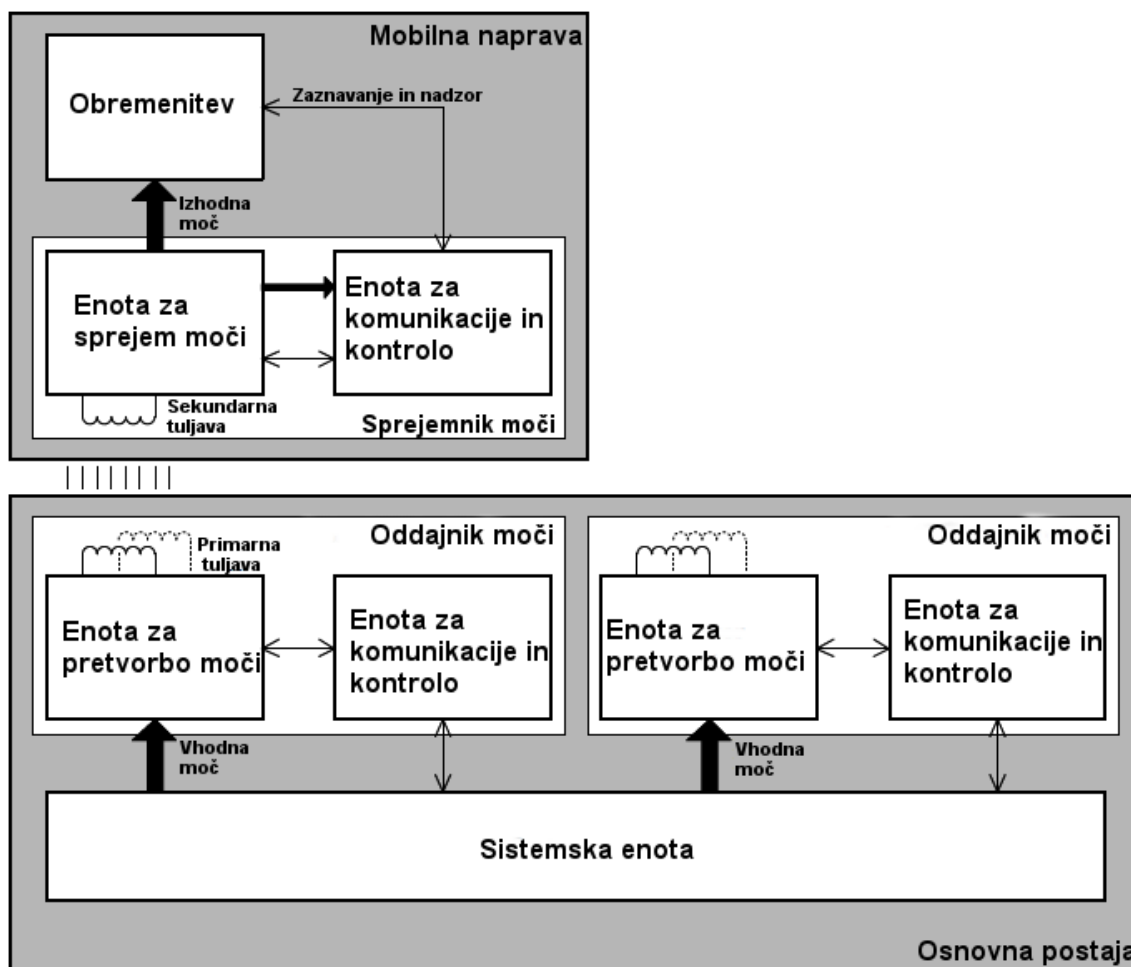
Naprave, ki delujejo preko Qi standarda, se zanašajo na magnetno indukcijo med plenarnima tuljavama. Dve napravi bi bili v uporabi in sicer osnovna postaja, ki bi oddajala induktivno moč in mobilne naprave, ki bi sprejemale oddano moč. Osnovna postaja vsebuje oddajnik moči, ki obsega oddajno tuljavo, mobilna naprava pa vsebuje sprejemnik, ki vsebuje tuljavo. Majhna razdalja med tuljavama, kot tudi zaščita na njihovi površini, zagotavljata učinkovit prenos induktivne moči. Osnovna postaja običajno ima ravno površino, na katero lahko uporabnik postavi eno ali več mobilnih naprav. Obstajata dva načina za povezavo oddajne tuljave (ki je v oddajni postaji) in

sprejemne tuljave (ki je v mobilni napravi) za prenos električne energije.

Prvi način temelji na tem, da mora uporabnik postaviti telefon na določeno površino polnilne postaje. Drugi način od uporabnika ne zahteva, da mobilno napravo postavi v neposredno bližino oddajne tuljave. V enem primeru snop oddajnih tuljav ustvari magnetno polje v območju sprejemne tuljave. Drug primer uporablja mehanska sredstva, da premakne oddajno tuljavo pod sprejemno. Tretji primer pa je da uporabimo tehniko imenovano »Več združenih Flux generatorjev«. Slika ponazarja osnovno konfiguracijo sistema (slika 3). Kot je prikazano, oddajnik moči vključuje dve glavni funkcionalni enoti – enoto za pretvorbo moči in enoto za komunikacije in nadzor. Slika prikazuje oddajno tuljavo za generiranje magnetnega polja kot sestavni del enote za pretvorbo moči. Enota za komunikacijo in nadzor regulira preneseno moč na tisto velikost, katero sprejemnik zahteva. Diagram tudi prikazuje, da lahko osnovna postaja ima večje število oddajnikov, ki bi omogočali, da se na postajo postavi več mobilnih naprav in jih indukcijsko polni, dokler baterije telefonov niso povsem napolnjene. Sistemska enota na sliki obsega vse funkcionalnosti osnovne postaje, kot so nadzor več oddajnikov, rezervacije vhodne moči in povezovanje z uporabnikom. Ko je oddajna tuljava v pripravljenosti, na določenih intervalih preverja ali je v bližini sprejemna tuljava. Če oddajna tuljava zazna sprejemno tuljavo, začne polniti napravo.

Sprejemnik električne energije je sestavljen iz sprejemne enote, ki sprejema energijo in enote za nadzor, ki skrbi za vzpostavitev povezave sprejemnika z oddajnikom. Dela podobno kot enota oddajnika, le da sprejemna tuljava sprejema spremenljivo magnetno polje od oddajne enote. Sprejemna enota je običajno sestavljena iz ene same sprejemne tuljave. Poleg tega mobilne naprave običajno vsebujejo samo en sprejemnik električne energije. Enota za komunikacije in nadzor regulira preneseno napetost in moč električne energije na raven, ki je primerna za podsisteme (npr. baterijo), povezane na sprejemnik. Ti podsistemi predstavljajo glavno funkcijo mobilne naprave.





Slika 3: Blokovni načrt sistema za brezžično polnjenje, vir: [7]

## 2.4 Razširjenost in uporaba brezžičnega polnjenja danes in razvoj

Sodeč po najnovejših novicah, naj bi v naslednjem letu uvedla večina proizvajalcev mobilnih telefonov modele s podporo za brezžično polnjenje baterije. Po napredovanju zaslonov z visoko ločljivostjo, več jedrnim procesorjem ter izboljšanjem fotoaparata je brezžično polnjenje očitno novi način kako pritegniti kupce. Nekateri od teh so se že lani odločili osredotočiti na brezžično polnjenje, eden od prvih je tudi Nokia, ki je predstavila brezžično polnjenje z standardom Qi na modelih Lumia 820 in Lumio 920. Standard Qi danes uporabljajo že Motorola, HTC in Blackberry. Svojo brezžično tehnologijo polnjenja so predstavili tudi pri korejskem LG-ju in sicer na modelu Nexus 4. Tudi pri Samsungu niso čakali, že pri Samsung Galaxy S3 je bil v nakup vključen indukcijski polnilec. IDT standard je trenutno podprt s strani podjetjih Intelja in Qualcomm.

## 2.5 Kaj je hotspot?

Pri brezžičnem polnjenju potrebujemo oddajnik, ki oddaja energijo in sprejemnik na telefonu, ki bo to energijo sprejel. Lahko si sami doma naredimo oziroma lahko kupimo sprejemnik in oddajnik, lahko pa tudi uporabimo "hotpoints", v tem primeru potrebujemo le mobilni telefon, ki omogoča brezžično polnjenje oziroma potrebuje sprejemnik.

Hotpoint [3] so polnilna mesta, ki nam omogočajo brezplačno polnjenje mobilnih telefonov in ostalih naprav. Pri tem podjetju razmišljajo predvsem v smeri brezžičnega polnjenja.

Hotpoint podjetje poskrbi in vgradi oddajnike (tabela 1) kjerkoli želimo, uporablja standard Qi tako, da če naši mobilniki že imajo vgrajena vezja za brezžično polnjenje, svoj telefon samo postavimo na polnilno postajo in naprava se polni. Polnjenje je omejeno na 15 minut, v tolikšnem času se napolni približno 20 % baterije, ampak če je polnilno mesto prosto, lahko polnjenje ponavljamo.

Tabela 1: Lastnosti oddajnikov

	Popolnoma vgradni	Delno vgradni	Namizni	Namizni+
Dimenzije	polmer 105 mm višina 21 mm	polmer 105 mm višina 55 mm	polmer 105 mm višina 10 mm	dolžina 153 mm širina 83 mm višina 10 mm
Teža	125 g	150 g	100 g	250 g
Barva	bela ali črna	bela ali črna	bela ali črna	bela ali črna
Moč	5W ( 5V, 1A )	5W ( 5V, 1A )	5W ( 5V, 1A )	5W ( 5V, 1A )

Tabela 2: Lastnosti sprejemnikov

	Obročki	Dodatki za baterije	Ovitki
Dimenzije	45 X 34 X 7,5 mm (microUSB) 43 X 34 X 7,5 mm (Apple)	62 X 46 X 1 mm (S3) 66 X 56 X 1 mm (Note 2)	Prilagojene napravi
Teža	10g	5g	/

	Obročki	Dodatki za baterije	Ovitki
Tip naprave	Za vse	Samsung Galaxy S3 Samsung Galaxy Note 2	Samsung Galaxy S3/S3 Mini Samsung Galaxy Note 2 Apple iPhone 4/4S/5*
Moč	5W ( 5V, 1A )	5W ( 5V, 1A )	5W ( 5V, 1A )

Hotpoint svoje storitve in izdelke prodaja oziroma izposoja po naslednjem ceniku (slika 4).

<b>BREŽIČNI ODDAJNIKI - Qi STANDARD</b>	<b>CENA</b>
Brezžični hotpoint PRO (popolno vgradni)	180,00 €
Brezžični hotpoint OSNOVNI (delno vgradni)	150,00 €
Brezžični hotpoint NAMIZNI	62,00 €
Brezžični hotpoint NAMIZNI+	68,00 €
<b>BREŽIČNI SPREJEMNIKI - Qi STANDARD</b>	
Obroček (microUSB / Apple)	17,00 €
Vložek za baterijo (Samsung Galaxy S3, Galaxy Note 2)	20,00 €
Ovitek Apple iPhone 4/4S (črna / bela)	45,00 €
Ovitek Samsung Galaxy S3 / S3 mini / Note 2 (črna / bela)	42,00 €
<b>ŽIČNI HOTPOINT POLNILEC - KLASIČNI</b>	
HP19 (19" LCD, 12 polnilnih priključkov)	1.190,00 €
HP19-LB (19" LCD, 60cm x 70cm Lightbox, 12 polnilnih priključkov)	1.890,00 €
HP32-LB (32" LCD, 90cm x 70cm Lightbox, 12 polnilnih priključkov)	2.490,00 €

Slika 4: Cenik Hotpoint opreme [5]

## 2.6 Stroški izdelave - cene

Za testiranje in meritve smo imeli na razpolago le dva različna telefona, ki podpirata brezžično polnjenje, to sta Samsung Galaxy Note 3 (slika 5) in Nokia Lumia 920 (slika 6). Telefona se zelo razlikujeta, že po operacijskih sistemih. Samsung uporablja Android OS, Nokia pa Windows Phone 8.1. Za Samsungov polnilec in sprejemnik smo odšteli 60 €, polnilec je stal 40 € in sprejemnik 20 €. Pomembno je bilo, ko smo naročali, da sta sprejemnik in polnilec prilagojena in izdelana po Qi standardu. Ker v Sloveniji nikjer nismo našli prodajalca, kjer bi lahko to naročili smo se odločili pobrskati po tujih spletnih trgovinah in naročili na Amazon.de. Glede Nokie in njenega brezžičnega polnilca smo zaprosili Mobitel d.d. za izposojlo Nokie Lumie 920 in brezžičnega polnilca, posodili

so ga za en teden. Telefona sta si zelo različna, pri Samsungu moramo odpreti pokrov baterije in nato sprejemnik položiti na baterijo in priključke (angl. pins) postaviti na pravo stran. Pri Nokii je to vse že vgrajeno, tako da ni enostavno odpreti pokrov baterije, posledično ni mogoče priti do sprejemnika oziroma vezja, ki je namenjeno brezžičnemu polnjenju. Ker smo Nokio in brezžični polnilec dobili zastonj, oziroma smo si ga izposodili, smo pogledali cene le-teh na spletu. Brezžični polnilec Nokia DT-900 stane okrog 27 €. Sprejemnik je že vgrajen v Lumia 920, tako da ga ni potrebno posebej kupiti.



*Slika 5: Samsung Galaxy Note 3, Samsung polnilec in sprejemnik*



*Slika 6: Nokia Lumia 920 in Nokiin polnilec*

Obstajajo tudi univerzalni polnilci oziroma polnilci, ki naj bi polnili in delovali na vseh napravah, ki omogočajo brezžično polnjenje, ti pa niso še tako izpopolnjeni kot ta dva zgoraj omenjena. Večina polnilcev deluje na podlagi Qi standarda, tudi Samsungov in Nokiin.

V Sloveniji je trenutno brezžične polnilce in sprejemnike mogoče kupiti preko spleta, nekaj časa nazaj je Mobitel d. d. prodajal še za Nokio polnilce, vendar prodaja ni bila takšna, kot so pričakovali, zato so jih umaknili iz prodaje. Veliko ljudi se tudi odloča za domačo izdelavo brezžičnih sprejemnikov, ker je ceneje, vendar je tudi bolj nevarno, saj z nepravilnim ravnanjem lahko pride do okvare telefona, polnilca ali druge strojne opreme.

### 3 MATERIALI IN METODE DE LA

Pri merjenju smo uporabili različne tuljave (slika 7).



Slika 7: Tuljavi uporabljeni za merjenje

Na sliki lahko vidimo 4 različne tuljave, ki smo jih uporabili pri merjenju. Meritve smo izvedli tako, da smo na tuljavo priklopili osciloskop in nato tuljavo postavili na mobilno napravo, ki se je polnila.

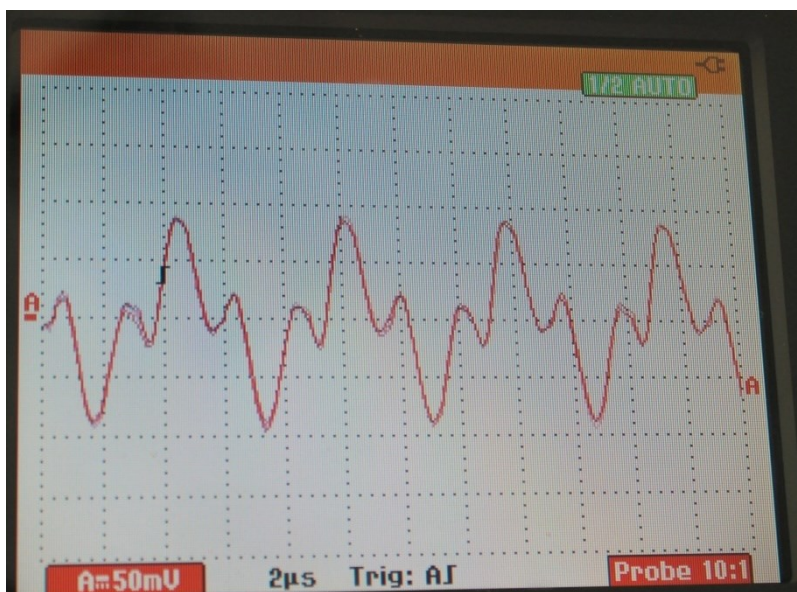
Tuljavo smo premikali po napravi, da bi ugotovili, kje polnilec oddaja največ energije in kje najmanj. Po izvedenih meritvah smo ugotovili, da oba polnilca največ energije oddajata na sredini. V tabeli so napisane lastnosti tuljav (tabela 3).

Tabela 3: Lastnosti merilnih tuljav

Vrsta tuljave	Induktivnost (mH)	Upornost R ( $\Omega$ )
Na stojalu	6,6	6,7
»Bunka-plašč«	6,46	5,3
Super-LT jedro	8,7	8,6
Zračna	2,3	22,7

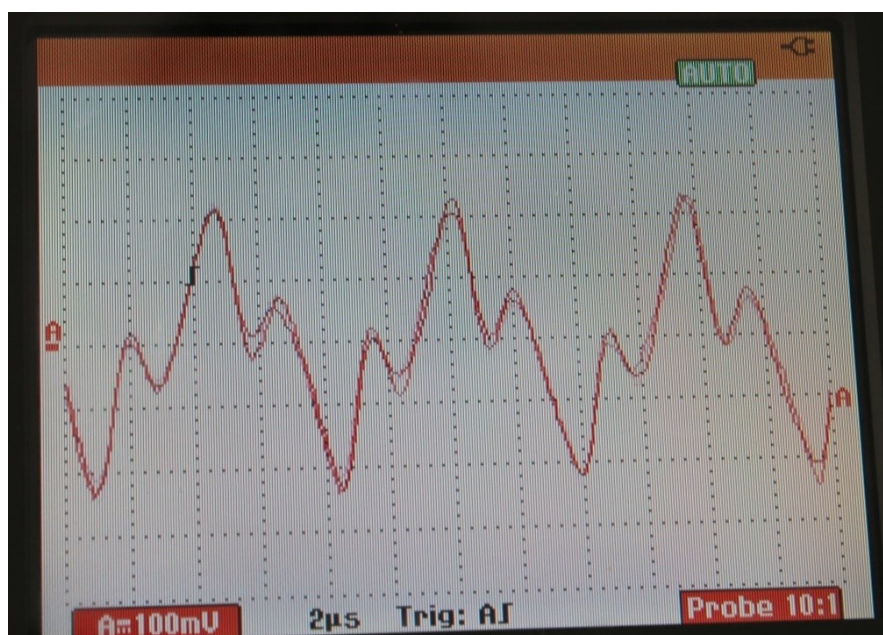
Na sliki (slika 8) je vidno oscilogram napetosti merilne tuljave, ki je na površini Samsung mobitela, pod njim pa je polnilec, ki oddaja. Če tuljavo premikamo proti vrhu oziroma dnu telefona, se oddajna moč zmanjšuje.





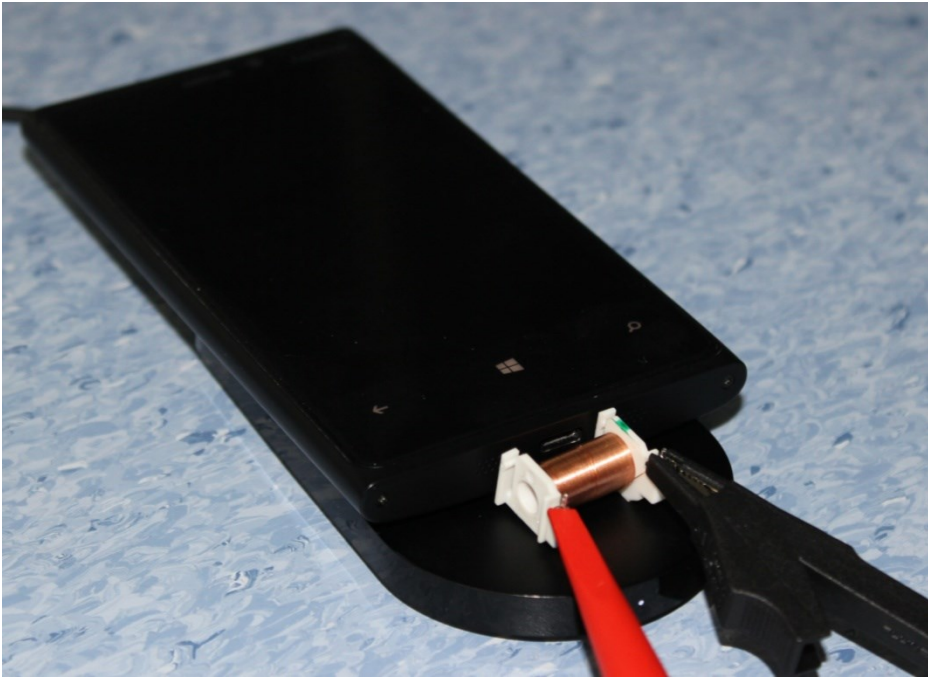
Slika 8: Oscilogram napetosti na telefonu Samsung Galaxy Note 3, lastna slika

Enako smo ponovili tudi na Nokiinem polnilcu (slika 9). Tuljavo smo prvo postavili na sredino naprave, kajti tam polnilci oddajo največ energije. Ker je ta polnilec bil tudi močnejši od Samsungovega so bile tudi meritve posledične drugačne. Na sliki je razvidno, da je oddajna moč Nokiinega polnilca večja. Oddaja tudi do 250 mV. Ko smo tuljavo prestavili na vrh oziroma dno naprave, se je oddajna moč zmanjšala.



Slika 9: Oscilogram napetosti nad telefonom Nokia Lumia 920, lastna slika

Ker je Nokia manjši telefon, smo jo lahko postavili na polnilcu in smo lahko tuljavo direktno postavili na polnilec (slika 10). Meritve so tudi tokrat bile drugačne.



Slika 10: Zračna tuljava postavljena ob Nokii, lastna slika

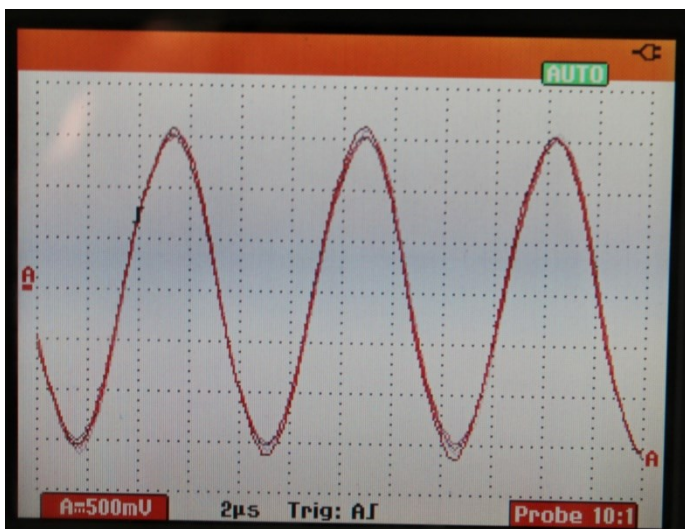
Polnilec je oddajal  $2 \times 300$  mV (slika 11).



Slika 11: Meritve izvedene na direktno na polnilcu, lastna slika



Nato smo vse meritve ponovili z drugo tuljavo (slika 12), ki je bila večja in je v sebi imela jedro. Prvo smo tuljavo postavili ob spodnjem delu telefona (slika 13). Meritve so spet bile drugačne, polnilec je oddajal do  $2 \times 1500$  mV. Nato smo tuljavo postavili ob polnilcu ter na telefon in meritve se niso spremenile.



Slika 12: Meritve izvedene direktno na polnilcu z super-LT tuljavo, lastna slika



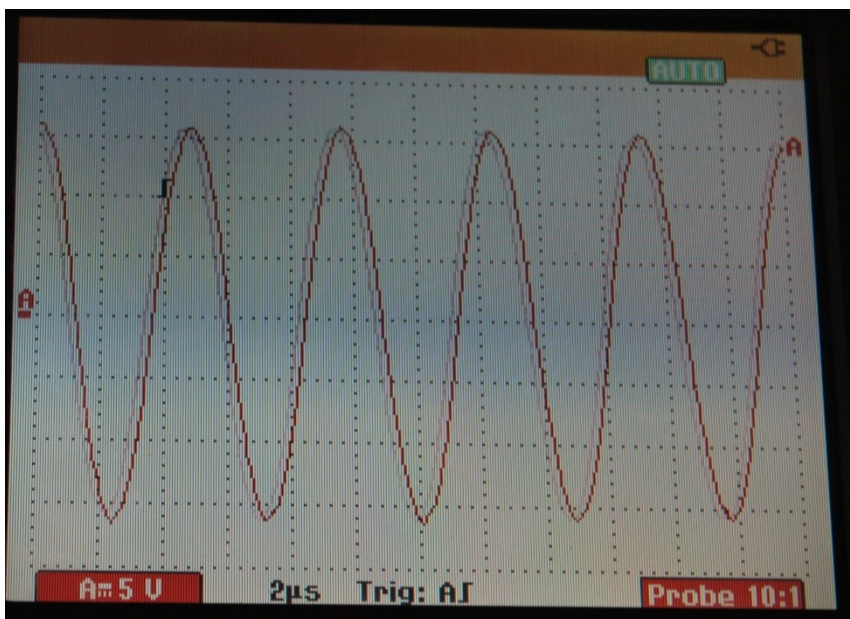
Slika 13: Tuljava postavljena direktno na polnilec, lastna slika

Poskusili smo tudi če bo polnilec zaznal samo tuljavo brez baterije in če, kolikšno energijo bo oddajal (slika 14). Ker sta oba polnilca in tuljava narejena po Qi standardu, sta oba lahko zaznala tuljavo. Najprej smo testirali na Nokiinem polnilcu.



Slika 14: Postavljen sprejemnik na Nokia polnilcu, lastna slika

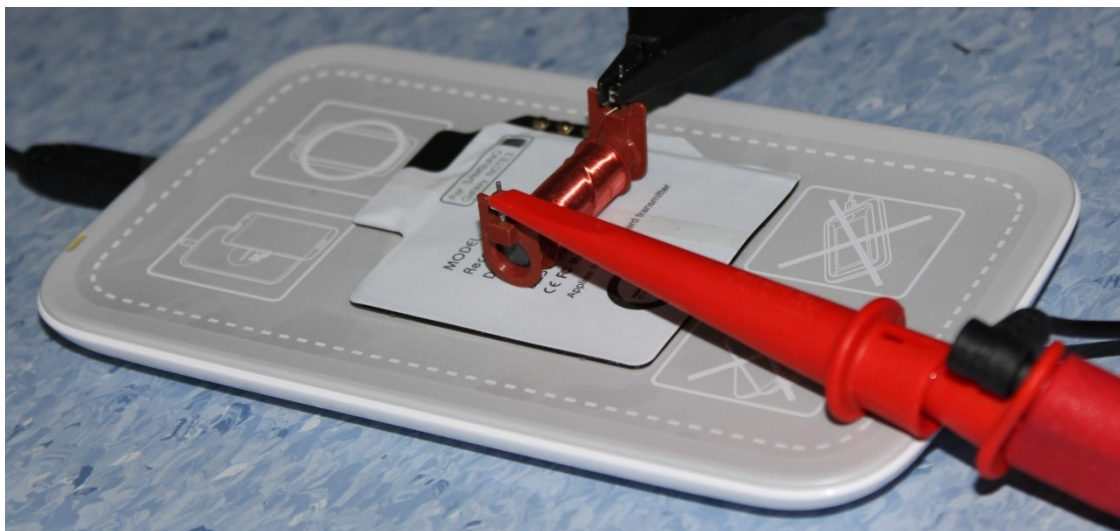
Belo obarvan oziroma prižgan indikator nam pove, da je polnilec zaznal tuljavo in da oddaja energijo. Na tuljavo smo postavili našo merilno tuljavo in smo dobili rezultat, da polnilec oddaja in se v tuljavi inducira do  $30 V_{pp}$  in frekvence 250 kHz.



Slika 15: Oscilogram inducirane napetosti ob merjenju na sprejemniku, ki je direktno na polnilcu,

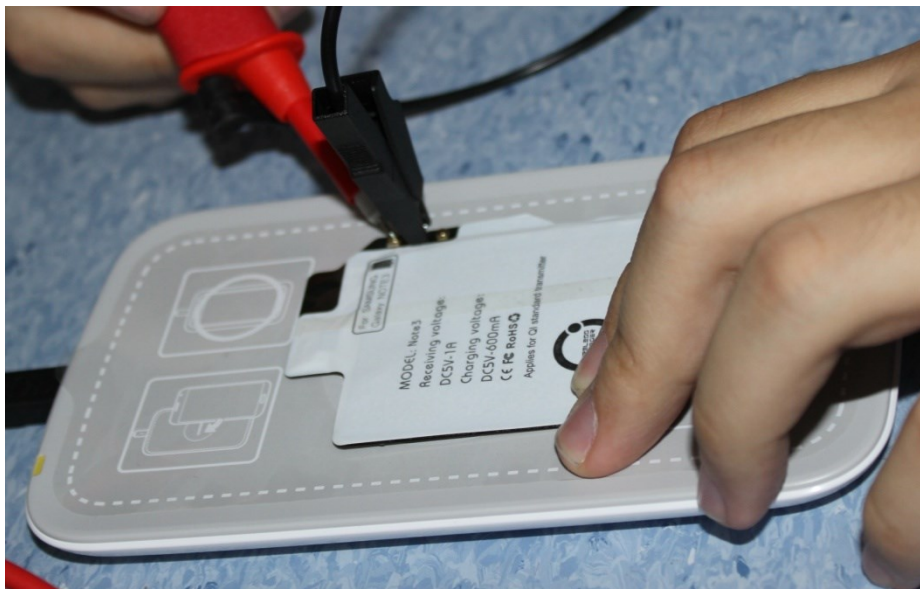
*lastna slika*

Enako smo tudi storili s Samsungovim polnilcem in sprejemnikom brez telefona (slika 16), kjer smo prav tako izmerili  $30 V_{pp}$ .



*Slika 16: Sprejemnik direktno postavljen na Samsung polnilcu in nad njim merilna tuljava, lastna slika*

Potem smo naš osciloskop združili direktno na našo tuljavo (slika 17) in smo prišli do rezultata, da sprejemna tuljava z vezjem sprejme in jo pretvori v enosmerno napetost 5 V.

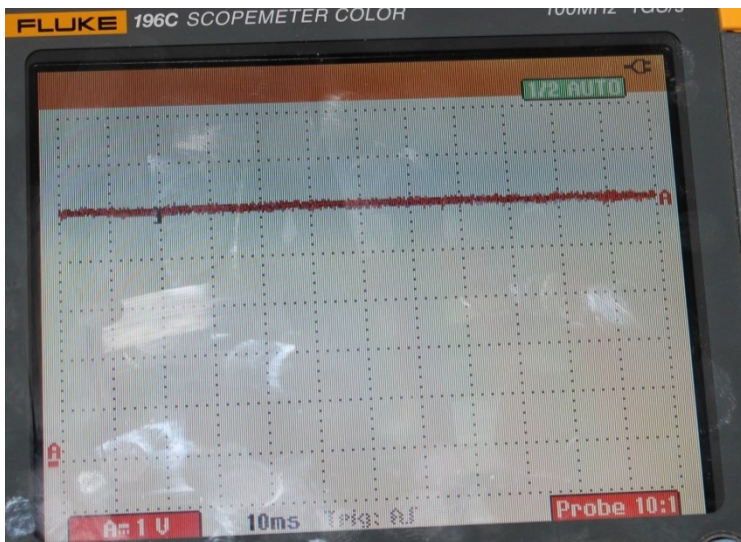


*Slika 17: Merjenje napetosti na sprejemniku, lastna slika*

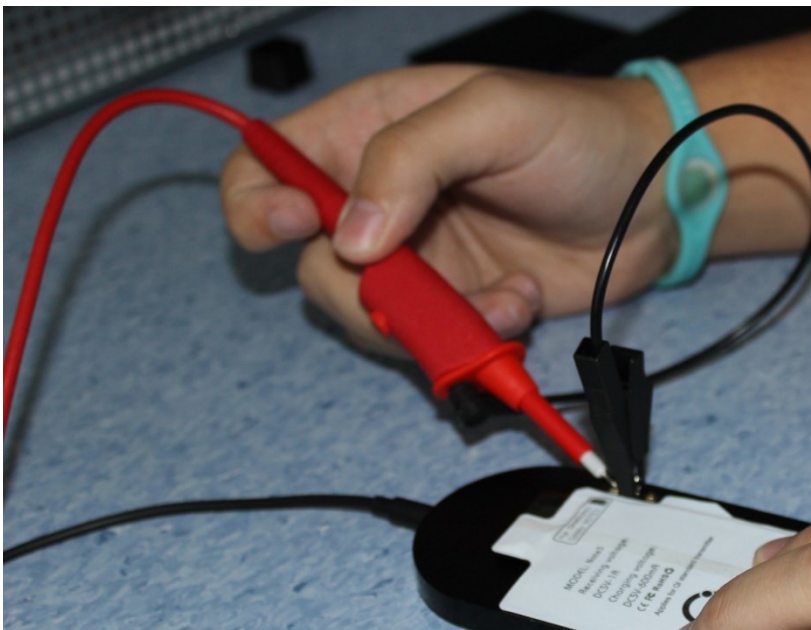
Nato smo še tuljavo z direktno povezavo z osciloskopom postavili na polnilec od Nokie (slika 19)



in ugotovili, da tudi tu in sprejemna tuljava z vezjem sprejme in pretvori signal v enosmerno napetost 5 V (slika 18).



Slika 18: Oscilogram enosmerne napetosti 5V izmerjeno na sprejemni tuljavi, lastna slika



Slika 19: Izvajanje meritev z direktno povezavo na oscilogram, lastna slika

### 3.1 Brezžično ali žično polnjenje

Med uporabniki mobilnih telefonov se velikokrat pojavi vprašanje, katera metoda polnjenja je boljša; brezžična ali žična. Življenjska doba baterije se ne zmanjša pri brezžičnem polnjenju.

Seveda je pri obeh metodah polnjenja problem segrevanje baterije, le-to lahko včasih povzroči velike težave, ker se pri prekomernem polnjenju baterija močno segreje. Vendar se tehnologija razvija v tej smeri, da bi se v naslednjih letih bolj množično uporabljalo brezžično polnjenje. Tudi uporabniki so se v naši anketi raje odločili za brezžično polnjenje, saj se pri žični metodi polnjenja velikokrat pojavijo fizične okvare na polnilcih in pa tudi vsakodnevno vklapljanje iz izklapljanje polnilca, se s časom priključek poškoduje.

Brezžični polnilec polni baterijo počasneje kot žični polnilec, ampak tudi to je prednost brezžičnega polnilca, ker se pri hitrem polnjenju baterija hitro segreje in tako zmanjša življenjsko dobo. Ampak vseeno je žična in brezžična metoda polnjenja z vidika hitrosti v mejah varnosti za življenjsko dobo baterije.

Prednost brezžičnih polnilcev je ta, da lahko naenkrat polnimo več naprav.

Primer (žično polnjenje):

*Recimo, da uporabljate adapter za 1 uro na dan, in da je še vedno priključen na električno omrežje, za preostanek dneva. To ni dobra praksa, vendar je precej pogosta, da pustimo nato še adapter priključen v omrežju tudi ko mobilnih naprav ne polnimo več.*

Učinkovitost pri polnjenju: 72 % v povprečju z močjo 5 W na adapter.

Poraba brez priklopljene mobilne naprave: 0,12 W v povprečju z močjo 5 W na adapter.

Polnjenje:  $1\text{ h} * 2\text{ W} / 72\% = 2,8\text{ Wh}$

Pripravljenosti mobitela (brez obremenitve):  $23\text{ h} * 0,12\text{ W} = 2,8\text{ Wh}$

Zgornji izračun nam pokaže, da s tem ko pustimo adapter priključen v omrežju za 23 ur, je enako, kot če bi napolnili baterijo za 1 uro.

Na veliko forumih, ki smo jih prebrali, so uporabniki, kateri že uporabljajo mobilnike z brezžičnim polnjenjem dejali, da ni prav priročno imeti slednje, kajti mobilnika med polnjenjem ne moreš uporabljati, kot tega z žičnim polnjenjem. Kadar brezžično polnimo telefon, mora biti zmeraj na polnilni postaji in posledično telefona ne moremo prenašati okoli, tako kot pri žičnem polnjenju. Veliko uporabnikov se nato odloči za bluetooth slušalke ali kaj podobnega, kar omogoča sprejemanje klicev, ne da bi mobilni telefon premaknili s polnilne postaje in tako prekinili

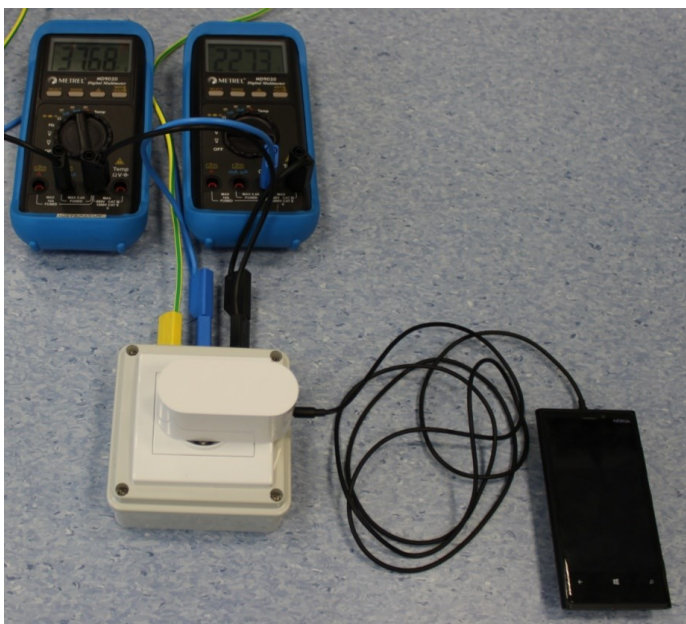
napajanje. Nekateri se tudi sprašujejo, kaj bi se zgodilo, če bi v enakem času polnili baterijo z brezžičnim polnilcem in žičnim polnilcem. Nekateri so ugibali in testirali, da če bi ob enakem času polnili baterijo brezžično in žično, da bi se baterija dvakrat hitreje napolnila. Spet drugi so dejali, da bi se baterija pregrela, oziroma ne bi bila več funkcionalna. Vendar pri Nokii so odgovorili na to vprašanje: če je telefon priklopljen na žično napajanje, se ta normalno polni. Takrat brezžično polnjenje ne deluje.

### **3.2 Testiranje brezžičnih polnilcev proizvajalcev Samsunga in Nokie**

Tudi mi smo testirali na naših telefonih, kaj je boljše, brezžično ali žično polnjenje. Najprej smo priključili oba telefona na žično polnjenje in nato smo ju še postavili na brezžični polnilec. Ko smo postavili telefona na brezžični polnilec, se nič ni zgodilo, kar pomeni, da se je telefon še naprej žično polnil, nato smo še poskusili obratno in spet je žično polnjenje dobilo prioriteto, kar pomeni, da žično polnjenje pri Samsungu in Nokii ima prioriteto, oziroma prednost pred brezžičnim polnjenjem. Nato smo testirali porabo energije brezžičnih polnilcev in žičnih. Najprej smo priključili samo Samsungov polnilec v električno omrežje, ne da bi polnil, bil je v t. i. "standby" načinu. Električni tok je bil približno 0,22 mA (največ: 0,4 mA) in napetost 227,8 V. Nato smo postavili na Samsungov polnilec Samsung Note 3 s sprejemnikom (slika 20) in posledično so se tudi podatki spremenili. Električni tok je bil približno 14,7 mA, napetost pa 225,4 V. Nato smo še enak postopek ponovili z Nokiinim polnilcem, v "standby" načinu je električni tok znašal 0,3 mA in napetost je bila 225 V. Nato smo še postavili Lumio 920 na polnilec (slika 21) in med polnjenjem je električni tok za oddajnik znašal 35 mA (največ: 37 mA) in napetost je bila 227 V.



*Slika 20: Poraba električne energije Samsunga Note 3 na Samsung polnilcu, lastna slika*



*Slika 21: Polnjenje Nokie na Nokia polnilcu, lastna slika*

Nato smo še poskusili Nokiin telefon na Samsungovem polnilcu in obratno. Nokia Lumia 920 ni delovala, oziroma se ni polnila na Samsung-ovem polnilcu. Ampak Samsung Note 3, kateremu smo vgradili vezje, ki omogoča brezžično polnjenje in je narejeno po Qi standardu, pa deluje na Nokiinem brezžičnem polnilcu in električni tok je znašal 20,3 mA (z največ 23 mA) in napetost je bila 225 V. Prišli smo do ugotovitve, da vezje, ki smo ga vstavili v Samsung Note 3, deluje na

različnih polnilcih, kar pa ne velja za Nokio Lumio 920. Najvišja vrednost električnega toka je bila pri polnjenju Nokie Lumie 920 na Nokiinem brezžičnem polnilcu, najnižja vrednost pa je bila pri polnjenju Samsunga Note 3 na Samsungovem polnilcu (tabela 4).

Tabela 4: Meritve porabe električne energije

Polnilci in mobiteli	Električni tok (mA)	Napetost (V)	Moč (mW)
Samsung polnilec (standby)	0,22	227,8	50,1
Polnjenje Note-a 3 na Samsung polnilcu	14,7	225,4	3313,4
Nokia polnilec (standby)	0,3	225	67,5
Polnjenje Lumie 920 na Nokia polnilcu	35	227	7945
Polnjenje Note-a 3 na Nokia polnilcu	20,3	225	4567,5

Primerjali smo tudi, kako dolgo se polnita telefona z brezžičnim in žičnim polnilcem. Težava pri tem je bila, da smo morali čakati po vsakem polnjenju, da smo nato telefon oziroma baterijo spraznili na 0 % in nato še enkrat napolnili, saj smo polnili trikrat z vsako metodo, da smo dobili nekakšno povprečje časov. Nokia Lumia 920 se je žično polnila približno 2 uri in brezžično malo manj kot 3 ure. Samsung Note 3 se je polnil žično enako kot Nokia, malo več kot 2 uri, brezžično pa se je nepričakovano zelo dolgo polnil, saj se je polnil skoraj 3 ure in pol.

Prišli smo do zaključka, da se telefona polnita hitreje žično kot brezžično in da kombinacija Nokia DT-900 - Nokia Lumia 920 polni hitreje kot Samsung Note 3 - Samsung polnilec (tabela 5).

Tabela 5: Povprečni časi polnjenja

	Brezžično polnjenje	Žično polnjenje
Nokia Lumia 920	2:48:06	2:06:07
Samsung Galaxy Note 3	3:23:18	2:03:22



### 3.3 Primerjava proizvajalcev in izdelkov

Ker je ta metoda polnjenja še v razvoju in še ni toliko v uporabi kot je žično polnjenje, tudi veliko proizvajalcev ni, čeprav zadnje čase večja podjetja kot so Nokia, HTC in LG so že izdelala nekaj kakovostnih polnilcev. V tabelah spodaj so primerjave prednosti in slabosti nekaj oddajnikov za brezžično polnjenje (tabela 6, tabela 7, tabela 8, tabela 9).

Tabela 6: Polnilec za Nexus 4 (oddajnik)

Prednosti	Slabosti
Uporablja mikro USB standard priključek	Je večji kot LG-jev polnilnik
	Lepljiva podlaga zbira hitro prah
	Na voljo je le na spletu

Tabela 7: LG WPC-300 brezžični polnilec (oddajnik)

Prednosti	Slabosti
Majhna in lahka	Ni stabilen pri postavljanju telefona
Uporablja mikro USB standard priključek	LED lučke utripajo močno
Boljša signalizacija (LED lučke)	
Cenejši kot Nexus 4	

Tabela 8: Nokia DT-900 brezžični polnilec (oddajnik)

Prednosti	Slabosti
Je zelo poceni	Ne uporablja mikro USB priključka
Na voljo je v tudi drugih barvah	Se ne prilagaja z TPU ohišji

*Tabela 9: Samsung brezžični polnilec (oddajnik)*

Prednosti	Slabosti
Je dražji kot ostali	Namenjen samo za Samsung Note 3 in S4
Ne moremo ga kupiti v Sloveniji	Je večji kot ostali polnilniki
Se prilagaja z TPU ohišji	

Za primerjavo bomo vzeli Samsung Galaxy S4 in Nokio Lumia 820. Za obe napravi so nabavili vezja, katera omogočajo brezžično polnjenje. Če želimo brezžično polniti, pa moramo še doplačati (tabela 10, tabela 11).

*Tabela 10: Brezžično polnjenje za mobiltel Samsunga Galaxy S4 - Galaxy Note 3*

Kaj potrebujemo?	Cena
V kompletu dobite brezžični sprejemnik in brezžično ponilno postajo, ki skupaj omogočata, da telefon samo položimo na polnilno postajo in telefon preide v stanje polnjenje. Brezžični sprejemnik meri v debelino zgolj 0,6 mm zato ga lahko uporabljate skupaj s katerimkoli etuijem.	64,99 €

*Tabela 11: Brezžično polnjenje za mobiltel Nokie Lumia 920*

Kaj potrebujemo?	Cena
Ovitek z vezjem za brezžično polnjenje	24 € ali pa je že vgrajeno v telefonu
Ležeči polnilec za Lumio 920 ali 820 (ali)	27 €
Stoječi polnilec za Lumio 820 ali 920 (ali)	44 €
FatBoy - za Lumio 920 ali 820	96 €

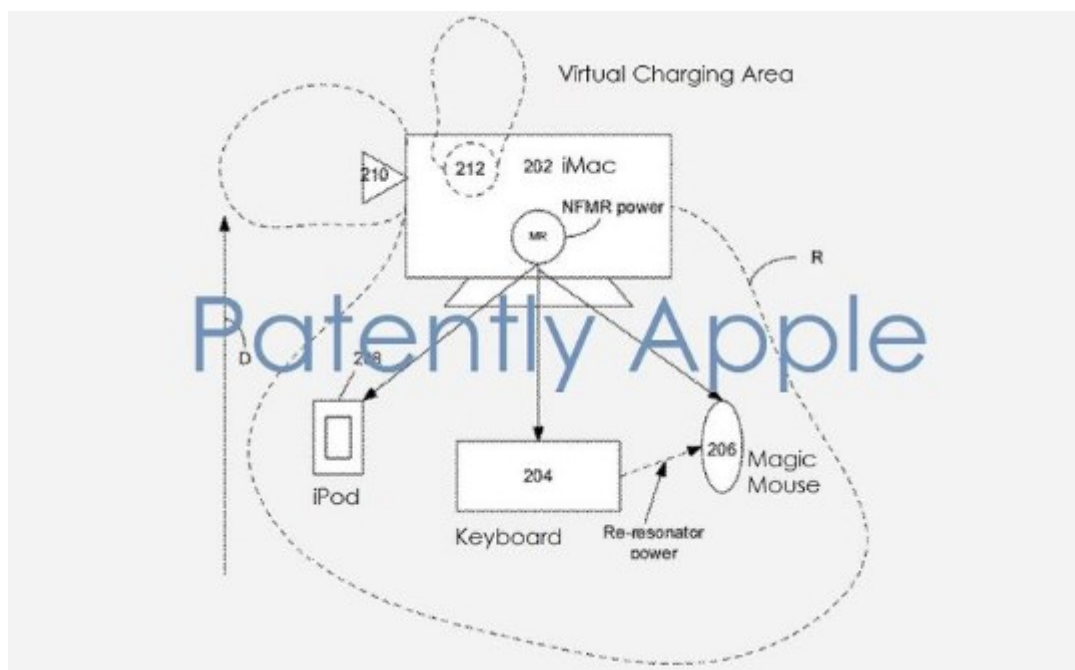
*\* Kaj je FatBoy?*

*FatBoy je le preobleka navadnega brezžičnega polnilca, tako da vse skupaj izgleda lepše.*

Ugotovitev: Cenovno se nam bolj splača kupiti komplet za brezžično polnjenje od Samsunga.

Kot ostala večja podjetja, ki proizvajajo pametne telefone tudi Samsung raziskuje v tej smeri, da se pri brezžičnem polnjenju lahko napolni na večjo razdaljo. Zato Samsung sodeluje s “startup-om” Powerby Proxi, ki je je v Novi Zelandiji. Powerby Proxy išče nove metode brezžičnega polnjenja in raziskuje, kako bi lahko polnili naše telefone na razdaljo.

O dveh velikih proizvajalcih mobilnih telefonov smo že govorili, vendar tu je še Apple, ki ima posebno metodo brezžičnega polnjenja mobilnih telefonov, za katerega je tudi vložil vlogo na patentni urad v ZDA. Kot smo ugotovili do zdaj obstajajo le brezžični polnilniki, ki napajajo ob stiku sprejemnika (naprava) in oddajnika (polnilca), kar pomeni, da če naprava ni v stiku s polnilcem napajanje ne deluje. Apple trdi, da je iznašel nov način brezžičnega polnjenja, ki polni na razdalji do enega metra (slika 22).



*Slika 22: Skica Apple-ovega patenta [3]*

Appleov patent deluje tako, da energijo iz napajalnika brezžično prenaša na ostale naprave. [2]  
Deloval bi na vseh napravah, katere imajo vgrajeno napajanje z magnetno resonanco oziroma angl. “near field magnetic resonance (NFMR) power supply”. Deloval bi na vseh Appleovih napravah,

vse naprave, katere so v bližini oddajnika napajalnika ter na ta način sprejemale brezžično energijo in se tako brezžično napajale. Tukaj ne govorimo le o mobilnih telefonih, ampak tudi o prenosnih računalnikih in drugih napravah.

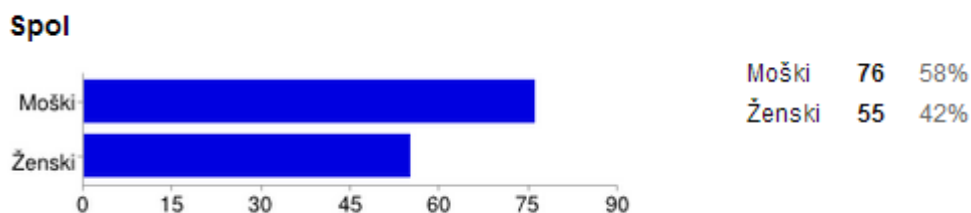
## 4 RAZPRAVA

Na začetku raziskovanja smo si zastavili naslednje hipoteze:

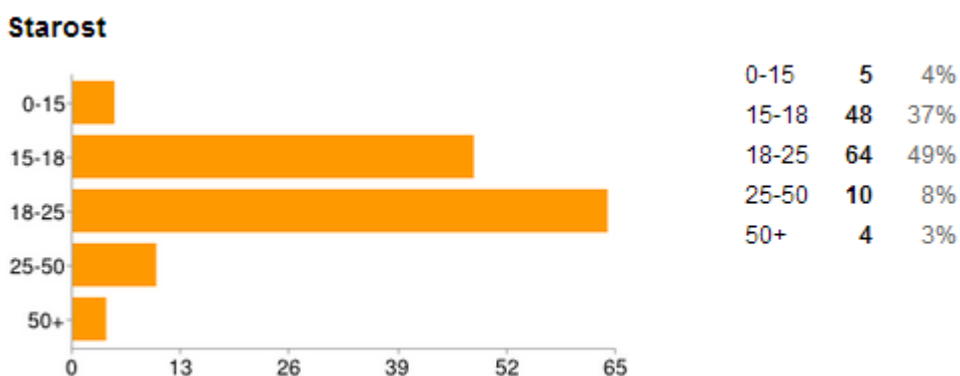
- Predvidevamo, da je brezžično polnjenje tehnologija, ki bo v dveh letih standardno vgrajena v vse nove mobilne telefone.
- Hipotezo smo potrdili, ker se ta tehnologija izjemno hitro razvija oziroma vsi novi pametni telefoni že imajo vgrajeno in pripravljeno vse za brezžično polnjenje. Samsung Galaxy Note 3, Samsung Galaxy S4, Nokia Lumia 920 so eni izmed prvih oziroma najbolj uporabljenih telefonov, ki omogočajo brezžično polnjenje. Pri Applu razvijajo v to smer in tudi napovedujejo, da se bo njihov naslednji iPhone že polnil brezžično. Še pred nekaj leti nismo dobro vedeli, kaj pametni telefon je, danes ga ima skoraj vsak v svojem žepu. Tako kot pospešeno razvijanje novih in boljših pametnih telefonov, se je tudi v zadnjem letu premaknilo veliko v smeri brezžičnega polnjenja telefona, kot smo prej dejali, že skoraj vsak novejši in boljši pametni telefon ima vgrajeno to tehnologijo.
- Sevanje ob polnjenju mobilnih telefonov ni nevarno za zdravje in počutje ljudi.
- Hipotezo bi potrdili na podlagi povpraševanj pri večjih ponudnikih mobilnih telefonov in naših meritev. Sevanje ne predstavlja nevarnosti za zdravje in počutje ljudi, saj smo polnili 2 različna telefona istočasno z brezžičnim polnilcem in sevanje ni preseglo dovoljene meje elektromagnetnega sevanja, ki je določeno v Uredbi o elektromagnetnem sevanju v naravnem in življenjskem okolju (<http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?urlid=199670&stevilka=3819>, 2. 2. 2014).
- Nadgradnja obstoječih mobilnih telefonov s tehnologijo brezžično polnjenje je preprost in cenovno dostopno množici uporabnikov (cena je pod 20 €).
- To hipotezo smo ovrgli na podlagi naših izračunov cen, saj sam sprejemnik za telefon ne stane veliko, približno 10 € do 15 €, ampak brezžični polnilec je vreden več kot 30 €, odvisno je od kakovosti in standarda, večina jih je narejenih po Qi standardu. Nadgradnja oziroma vstavljanje vezja/sprejemnika ni težko, vzame največ 2 minuti časa, tako da prvi del hipoteze je sprejemljiv, vendar kot smo že dejali, cenovno je precej več kot 20 € za sprejemnik in brezžični polnilec.
- Več kot polovica mladih je seznanjena s tehnologijo brezžičnega polnjenja.
- To hipotezo smo ovrgli na podlagi ankete, vprašali smo koliko so mladi seznanjeni s to

tehnologijo. Kar 77 % vprašanih je odgovorilo, da niso seznanjeni, oziroma ne vedo kaj je brezžično polnjenje. Predvidevali smo, da bo ta hipoteza potrjena, oziroma da mladi vedo kaj brezžično polnjenje pomeni, saj večina uporablja pametne telefone. Veliko izmed teh, ki imajo pametne telefone, pa že imajo pripravljene telefone za brezžično polnjenje, vendar tega sploh ne vedo. Po našem mnenju bi podjetja, ki izdelujejo te telefone, morala bolj reklamirati in seznaniti stranke o tej tehnologiji.

V kratki anketi smo anketirancem zastavili osnovna, enostavna vprašanja o brezžičnem polnjenju mobilnih naprav. Anketo smo večinoma delili med svoje vrstnike, prijatelje. V anketi je sodelovalo 131 oseb, od tega 76 moških ter 55 žensk (graf 1). Večino odgovorov smo dobili od ljudi starostne skupine 18-25 let (64 odgovorov), 15-18 let (48 odgovorov), 25-50 let (10 odgovorov), 0-15let (5 odgovorov) ter 50 let ali več (4 odgovori) (graf 2).



Graf 1: Odgovori na vprašanje: Kateri spol ste?

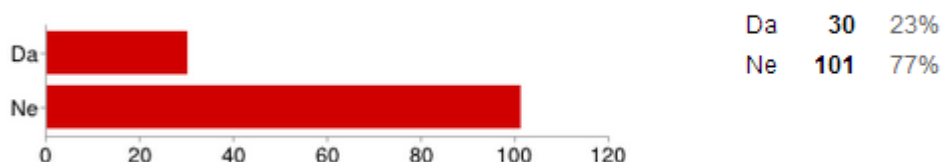


Graf 2: Odgovori na vprašanje: V katero starostno skupino spadate?

Iz odgovorov lahko razberemo, da so ljudje premalo seznanjeni s tehnologijo, ki hitro napreduje, ter se širi po trgu. Od 131 anketirancev jih 101 (77 %) misli, da s to tehnologijo niso dovolj seznanjeni,

30 (23 %) pa le to že poznajo (graf 3).

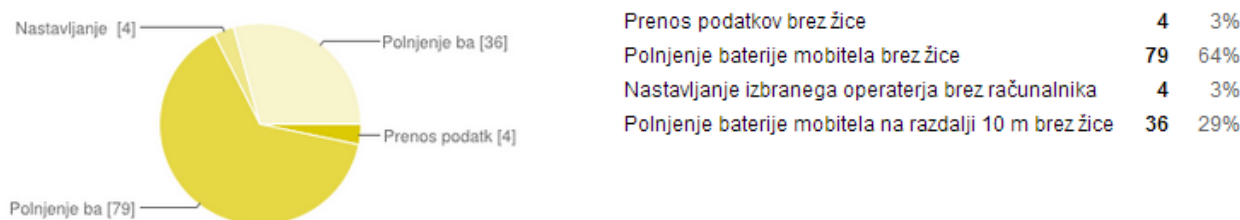
#### Ali menite, da ste dovolj seznanjeni z tehnologijo brezžičnega polnjenja telefonov?



Graf 3: Odgovori na vprašanje: Ali menite, da ste dovolj seznanjeni s tehnologijo brezžičnega polnjenja telefonov?

Kar 36 (29 %) ljudi je na vprašanje, kaj si predstavljajo kot brezžično polnjenje odgovorilo da je to polnjenje mobitela na razdalji 10 m brez žice, kar pomeni, da ljudje niso dovolj seznanjeni ter ne vedo, kako ta tehnologija deluje. Na vprašanje je odgovorilo 79 (64 %) z polnjenje mobitela brez žice in 4 (3 %) prenos podatkov brez žice ter 4 (3 %) z nastavljanje izbranega operaterja brez računalnika (graf 4).

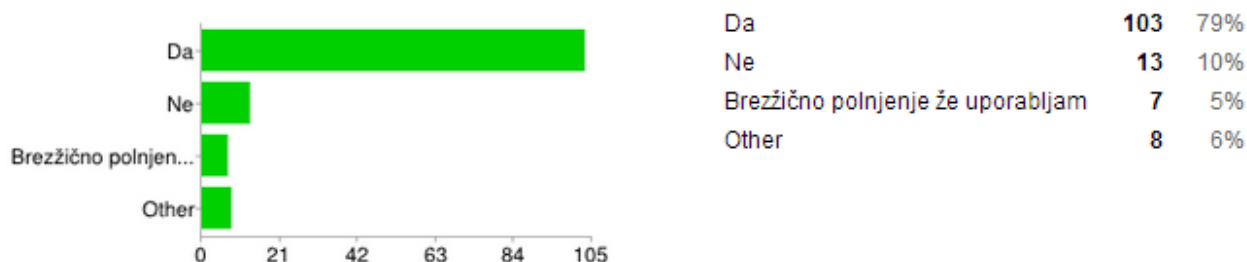
#### Kot kaj si predstavljate brezžično polnjenje telefonov?



Graf 4: Odgovori na vprašanje: Kot kaj si predstavljate brezžično polnjenje telefonov?

Na vprašanje, če bi to tehnologijo uporabljali, če bi le ta bila na voljo, je kar 103 (79 %) ljudi odgovorilo z da, kar kaže na to, da za to tehnologijo obstaja veliko zanimanje med uporabniki mobilnih telefonov. Nadaljnjih 13 (10 %) jih to ne zanima, 7 (5 %) pa to že uporabljajo. Od tega je 8 (6 %) izbralo druge odgovore kot so, da če bi bilo zastonj ali ne, ker ima verjetno kakšne posledice na naš organizem (graf 5).

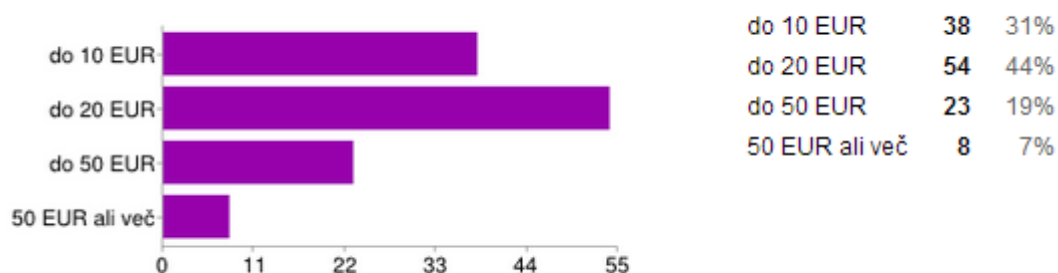
**Ali bi uporabljali brezžično polnjenje, če bi vam bilo to na voljo?**



Graf 5: Odgovori na vprašanje: Ali bi uporabljali brezžično polnjenje, če bi vam bilo to na voljo ?

Večina 54 (44 %) anketirancev bi za to odšteli maksimalno do 20 €, 38 (31 %) do 10 €, 23 (19 %) do 50 €, ter 8 (7 %) 50 € ali več (graf 6).

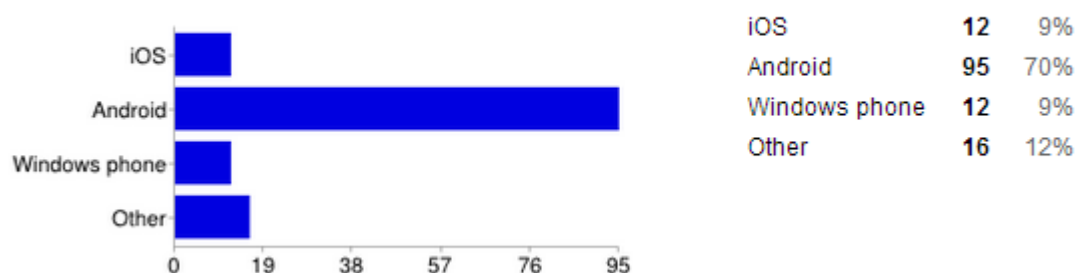
**Koliko bi bili pripravljeni odšteti za to tehnologijo?**



Graf 6: Odgovori na vprašanje: Koliko bi bili pripravljeni odšteti za to tehnologijo?

Večinoma so anketiranci lastniki mobilnih naprav z operacijskih sistemov Android, teh je kar 95 (70 %). Windows phone in Applov iOS sta na drugem mestu z enakim številom uporabnikov 12 (9 %). Kar 16 (12 %) anketirancev uporabljajo mobitele, ki večinoma niso pametni telefoni ali pa imajo naložen poseben operacijski sistem (Jolla OS, Linux ...) (graf 7).

**Kateri operacijski sistem imate naložen na mobilnem telefonu?**



Graf 7: Odgovori na vprašanje: Kateri operacijski sistem imate naložen na mobilnem telefonu?



## 5 ZAKLJUČEK

Pri naši raziskovalni nalogi nam je največjo težavo predstavljala dobavljivost delov oziroma sprejemnika in polnilcev za telefone. V Sloveniji je težko najti prodajalca le-teh tako, da smo poiskali zeleno opremo v tujih spletnih trgovinah (amazon.de). Tudi po tem, ko smo naročili zeleno opremo, smo čakali dolgo, kar nam je otežilo delo in raziskovanje. Med čakanjem smo izvedli tudi anketo, kjer smo anketirance povprašali o brezžičnem polnjenju. Ko smo dobili telefone in polnilce, smo se lotili merjenja in testiranja. Predvsem nas je presenetilo, koliko netočnih podatkov je na spletu o brezžičnem polnjenju. Na koncu smo prišli do ugotovitve, da je brezžično polnjenje še ne toliko raziskano in razvito področje, vendar se v zadnjem času večji proizvajalci in prodajalci mobilnih telefonov vse bolj zanimajo za to metodo polnjenja. Čeprav ima to področje še veliko odprtih vprašanj, kot so, kako povečati razdaljo med polnilcem in mobilnikom ali kako pospešiti samo polnjenje, je že velik uspeh, da lahko polnimo mobilnik, ne da bi bil priklopljen z žico (primer dobre prakse in primer projekcije kot bo v prihodnosti si lahko ogledate na spletni strani <http://powerbyproxi.com/wireless-charging/>, 18. 2. 2014). Cilj naše raziskovalne je bil, da bi opravili čim več meritev in testiranj na obstoječih brezžičnih polnilcih in telefonih, ki podpirajo to vrsto polnjenja. Cilj je bil tudi, da bi sami ustvarili vezje, ki bi omogočalo telefonu, da bi se brezžično polnil. Pri drugem delu našega cilja nam je največ težav povzročila dobavljivost posameznih delov, čeprav smo poskusili sami doma tudi izdelati omenjeno vezje, je bilo tudi to neuspešno. Po vseh meritvah in raziskavah smo prišli do zaključka, da je cenovno gledano za enkrat še vedno žično polnjenje v prednosti pred brezžičnim načinom polnjenja. Vendar če bodo večja podjetja, kot so Nokia, Samsung, Apple nadaljevala in kot verjamemo se lahko kmalu poslovimo od žic.

## 6 LITERATURA

- [1] <http://www.wirelesspowerconsortium.com/data/images/1/3/3/figure1.jpg>, 10. 12. 2013
- [2] [www.patentlyapple.com/patently-apple/2013/09/apple-reveals-master-details-of-wireless-charging-system.html](http://www.patentlyapple.com/patently-apple/2013/09/apple-reveals-master-details-of-wireless-charging-system.html), 28. 10. 2013
- [3] [www.patentlyapple.com/.a/6a0120a5580826970c019aff7d1474970d-800wi](http://www.patentlyapple.com/.a/6a0120a5580826970c019aff7d1474970d-800wi), 14.11. 2013
- [4] <http://www.wirelesspowerconsortium.com>, 15. 2. 2014
- [5] [www.hotpoint.si](http://www.hotpoint.si), 28. 10. 2013
- [6] [www.bgr.com/2013/10/16/samsung-wireless-charging-2014/](http://www.bgr.com/2013/10/16/samsung-wireless-charging-2014/), 29. 10. 2013
- [7] [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Qi\\_wireless\\_power\\_interface\\_specification\\_-\\_basic\\_system\\_overview.png](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Qi_wireless_power_interface_specification_-_basic_system_overview.png), 10. 12. 2013

## 7 ZAHVALE

Za pomoč pri raziskovalni nalogi bi se radi zahvalili:

- mag. Vlasti Leban, prof. za lektoriranje angleškega povzetka,
- Bojani Vrbnjak, prof. za lektoriranje dokumentacije,
- staršem za podporo,
- vsem dijakom in ostalim, ki so reševali anketo,
- zaposlenim na podjetju Mobitel, d.d.,
- Francu Štravsu, univ. dipl. inž za pomoč pri nabavi tuljave za izvajanje meritev,
- in našemu mentorju Nedeljku Grabantu.

## 8 O AVTORJIH

**Jasmin Kurbašić** je dijak 4. letnika Elektro in računalniške šole (ERŠ) v Velenju. Za raziskovalno nalogo se je odločil, ker ga zanima delovanje brezžičnega polnjenja. Zanima ga tudi programiranje uporabnih programov in aplikacij za izboljšanje kakovosti življenja. V prihodnosti se želi ukvarjati s poučevanjem.

**Armin Topić** je dijak 4. letnika Elektro in računalniške šole (ERŠ) v Velenju. Za raziskovalno nalogo se je odločil predvsem zaradi zaključne naloge v 4. letniku. Zanimajo ga športne aktivnosti in praktično delo ter raziskovanje novih tehnologij.

**Mišo Jovanović** je dijak 4. letnika Elektro in računalniške šole (ERŠ) v Velenju. Za raziskovalno nalogo se je odločil, ker ga veseli delo s telefoni in rad izdeluje mobilne aplikacije.



*Slika 23: Mentor, Armin, Jasmin, Mišo (z leve proti desni)*