

OSNOVNA ŠOLA HUDINJA

Mariborska 126, 3000 Celje

RAZISKOVALNA NALOGA

PORABA ENERGIJE PRI POLNJENJU MOBILNEGA TELEFONA



AVTORJI:

Luka Rašić, 8. b

Miha Vodeb Ravnjak, 8. c

Filip Lupšina, 8. c

MENTOR:

Uroš Kalar, uni. dipl. prof športne vzgoje,

fizike in tehnike

Mestna Občina Celje, Mladi za Celje
Celje, 2024

POVZETEK

Raziskovalna naloga je delo treh osmošolcev, ki so navdušeni nad uporabo mobilnih telefonov. Žal pa dolgotrajna uporaba le teh, predvsem uporaba številnih aplikacij, kot so You tube, Tik-Tok, Snapchat, Instagram hitro prazni le te, poznamo precej načinov, kako napolniti mobilni telefon, nekateri načini so hitrejši, drugi počasnejši, polnimo jih lahko preko vedno zmogljivejših polnilcev, pa tudi vedno bolj udobno – preko brezžičnih polnilcev. Dve razliki pri izbiri različnih načinov polnjenja, ki zbudeta takoj v oči sta različna hitrost polnjenja in seveda cena pripomočkov za polnjenje. Originalni polnilci in kabli znajo biti precej dragi, na trgu pa je vedno več proizvajalcev, ki nudijo zelo poceni polnilce in kable. Ker je bilo preteklo leto zelo veliko govora o podražitvi električne energije, smo se odločili raziskati, kako in koliko vpliva izbira polnilca in kabla na ceno polnjenja mobilnega telefona. Kar nekaj časa smo namenili pridobivanju meritev, pri katerih smo kombinirali različne polnilce, kable in načine polnjenja (s priklopom ali brezžično polnjenje). Rezultati so pokazali znatne razlike pri porabi električne energije, pa vendar zanemarljive, ko jih preračunamo na letno porabo in leto pretvorimo v evre.

Ključne besede: mobilni polnilci, original, nadomestki, kabel, hitrost, strošek električne energije, učinkovitost polnjenja,

KAZALO VSEBINE

1. UVOD	8
1.1 OPIS RAZISKOVALNEGA PROBLEMA IN NAMEN RAZISKOVALNE NALOGE	8
1.2 HIPOTEZE	9
1.3 METODE DELA	9
1.3.1 ČAS RAZISKOVANJA	9
1.3.2 DELO Z LITERATURO	9
1.3.3 EKSPERIMENTALNI DEL – RAZISKOVALNI VZOREC IN RAZISKOVALNE METODE	9
1.3.4 MATERIAL	10
2 TEORETIČNA IZHODIŠČA	11
2.1 DEFINICIJA POLNILNIKA ZA MOBILNI TELEFON	11
2.2 PORABA ELEKTRIČNE ENERGIJE	12
2.3 ZANIMIVOSTI	13
2.4 ZGODOVINA POLNILNIKOV	13
2.4.1 POLNILEC ZA MOBILNE TELEFONE IZ LETA 1980	13
2.4.2 KOMPAKTEN POLNILEC ZA TELEFON	14
2.4.3 KLASIČEN STENSKI POLNILEC	14
2.4.4 USB KABELSKI POLNILEC	15
2.4.5 PRENOSNI POWER BANK	15
2.4.6 BREZŽIČNI POLNILEC	16
2.4.7 SOLARNI MOBILNI POLNILEC	16
2.4.8 AVTO POLNILEC	17
2.4.9 KIOSK ZA POLNJENJE	17
2.5 KABLI/KONEKTORJI/USB	19

2.5.1	USB – A.....	19
2.5.2	USB – B.....	20
2.5.3	MINI USB.....	20
2.5.4	MICRO USB	21
2.5.5	USB – TIP C	21
2.5.6	POLNILNIK LIGHTNING.....	22
2.6	NA KAJ MORAMO BITI POZORNI PRI IZBIRI NAČINA POLNJENJA?	23
2.6.1	NAJVEČJA DOVOLJENA MOČ POLNJENJA	23
2.6.2	STANDARDI POLNJENJA TELEFONA.....	23
2.6.3	IZBIRA MED KLASIČNIM - KABELNIM IN INDUKTIVNIM POLNJENJEM 23	
2.6.4	GaN TEHNOLOGIJA – DA ALI NE?	24
2.6.5	ŠTEVILO POLNILNIH PRIKLJUČKOV	24
2.6.6	IZBIRA KABLA.....	24
2.6.7	KAKO PREPOZNATI ALI JE KABEL KVALITETEN – TESTIRANJE KABLA USB?.....	25
2.7	SESTAVA POLNILCA	27
2.7.1	Transformator	27
2.7.2	Usmernik	27
2.7.3	Kondenzator	28
2.7.4	Regulator napetosti.....	28
2.7.5	Vrata USB.....	28
3	PRAKTIČNI DEL.....	28
3.1	MATERIAL ZA IZVEDBO PRAKTIČNEGA DELA.....	29
3.1.1	SPLOŠNO	29
3.1.2	POSTOPEK POLNJENJA BATERIJE TELEFONA.....	30
3.1.3	TEHNIČNA IZVEDBA POLNJENJA TELEFONA	32

3.1.4	POLNJENJE Z NAVADNIM 5W APPLE POLNILCEM IN 20W POLNILCEM.....	33
3.1.5	POLNJENJE Z GAN POLNILCEM.....	34
3.2	MERITVE	36
3.2.1	Original polnilec 5W + IKEA kabel	36
3.2.2	Original polnilec 20 W/original kabel	37
3.2.3	Originalni polnilec 20W/originalni USB-c USB-c/IKEA polnilna postaja .	38
3.2.4	Originalni polnilec 20 W/originalni USB-c USB-c kabel/hitra polnilna postaja	39
3.2.5	65W polnilec/originalni USB-c lightning kabel	40
3.2.6	65W polnilec/navaden kabel USB-a USB-c/hitra polnilna postaja	41
3.3	ANALIZA REZULTATOV.....	45
4	DISKUSIJA	46
5	Potrjevanje hipotez	48
6	ZAKLJUČEK.....	50
7	VIRI VSEBINE	52
7.1	SPLETNE STRANI:.....	52
8	VIRI SLIK, FOTOGRAFIJ IN TABEL.....	53
8.1	SPLETNE STRANI.....	53

KAZALO SLIK

Slika 2.1: Model polnilca za telefon s kablom	11
Slika 2.2: Razvoj mobilnega polnjenja	12
Slika 2.3: polnilec za Motorolo	14
Slika 2.4: Kompakten polnilec	14
Slika 2.5. Klasičen stenski polnilec	14
Slika 2.6: USB kabelski polnilec	15
Slika 2.7: Prenosni power bank	15
Slika 2.8: brezžični polnilec	16
Slika 2.9: Solarni mobilni polnilec	17
Slika 2.10: avto polnilec.....	17
Slika 2.11: Polnilni kiosk.....	18
Slika 2.12: USB priključek - tip A	20
Slika 2.13: USB priključek - tip B	20
Slika 2.14: USB priključek – MINI	20
Slika 2.15: USB priključek – MICRO.....	21
Slika 2.16: USB priključek - tip C	21
Slika 2.17: Polnilnik Lightning	22
Slika 2.18: namenski tester USB	26
Slika 2.19: USB MULTIMETER	27
Slika 2.20: Notranjost polnilca	27
Slika 2.21: Krog električnega toka mobilnega polnilca	28
Slika 22: Original polnilec Apple	42
Slika 23: Original kabel Apple USB-a Lightning.....	43
Slika 24: Original kabel Apple USB-C USB-c	43
Slika 25: Brezžični polnilnik Ikea NORDMARKE.....	43
Slika 26: Apple Iphone 12	44
Slika 27: Blow pametna električna vtičnica 3600W	44

KAZALO TABEL

Tabela 1: Polnilniki in njihove lastnosti	19
Tabela 2: Prva meritev; originalni polnilec 5 W/IKEA kabel	36
Tabela 3: Druga meritev; originalni polnilec-originalni kabel	37
Tabela 4: Tretja meritev; originalni polnilec/originalni kabel/ikea polnilna postaja	38
Tabela 5: Četrta meritev; Originalni polnilec/originalni USB-c USB-c kabel/hitra polnilna postaja	39
Tabela 6: Peta meritev; Originalni polnilec/originalni kabel usb-c Lightning	40
Tabela 7: Šesta meritev; 65w polnilec/navaden kabel usb-a usb-c/hitra polnilna postaja	41
Tabela 8: Preglednica porabe časa za polnjenje telefona in poraba električne energije	45
Tabela 9: strošek el.energije/polnjenje 1x na dan/enotna tarifa/letni obračun	47
Tabela 10: Cene uporabljenih komponent v postopku merjenja	49

KAZALO GRAFOV

Graf 1: Originalni polnilec 5W/IKEA kabel	36
Graf 2: Originalni polnilec 20 W/originalni kabel	37
Graf 3: Originalni polnilec 20 W/originalni kabel/ikea polnilna postaja	38
Graf 4: Originalni polnilec/originalni kabel USB-c USB-c/hitra polnilna postaja	39
Graf 5: Originalni polnilec/originalni kabel usb-c Lightning.....	40
Graf 6: 65w polnilec/navaden kabel usb-a usb-c/hitra polnilna postaja	41

1. UVOD

1.1 OPIS RAZISKOVALNEGA PROBLEMA IN NAMEN RAZISKOVALNE NALOGE

Raziskovalna naloga je delo treh osmošolcev, ki so navdušeni nad uporabo mobilnih telefonov. Žal pa dolgotrajna uporaba le teh, predvsem uporaba številnih aplikacij, kot so You tube, Tik-Tok, Snapchat, Instagram hitro prazni le te, poznamo precej načinov, kako napolniti mobilni telefon, nekateri načini so hitrejši, drugi počasnejši, polnimo jih lahko preko vedno zmogljivejših polnilcev, pa tudi vedno bolj udobno – preko brezžičnih polnilcev. Dve razliki pri izbiri različnih načinov polnjenja, ki zbudeta takoj v oči sta različna hitrost polnjenja in seveda cena pripomočkov za polnjenje. Originalni polnilci in kabli znajo biti precej dragi, na trgu pa je vedno več proizvajalcev, ki nudijo zelo poceni polnilce in kable. Ker je bilo preteklo leto zelo veliko govora o podražitvi električne energije, smo se odločili raziskati, kako in koliko vpliva izbira polnilca in kabla na ceno polnjenja mobilnega telefona.

Vprašanja, ki so se nam porajala ko smo razmišljali o ciljnih raziskovalne naloge so bila:

- Kako vpliva moč polnilca na porabo pri polnjenju mobilnega telefona?
- Kako vpliva izbira kabla na porabo pri polnjenju mobilnega telefona?
- Ali bo polnjenje z brezžično postajo ravno tako učinkovito, kot polnjenje, ko telefon priklopimo na kabel? Pri tem smo se vprašali ali bo pri izbiri enakega kabla in enakega polnilca, razlika pri času polnjenja in pri porabi električne energije.

1.2 HIPOTEZE

1. Večja kot je moč polnilnika, več energije bomo porabili za polnjenje mobilnega telefona.
2. Pri uporabi originalnega kabla, bo poraba energije za polnjenje telefona manjša.
3. Polnjenje telefona z brezžičnim polnilnikom bo 2x dražje od polnjenja telefona s priklopom na kabel.
4. Pri polnjenju telefona z uporabo originalnega polnilca in originalnega kabla, bo poraba energije, pri polnjenju z direktnim priklopom, najmanjša.

1.3 METODE DELA

1.3.1 ČAS RAZISKOVANJA

Izbrano tematiko smo raziskovali od oktobra 2023 do marca 2024.

1.3.2 DELO Z LITERATURO

Pri izdelavi raziskovalne naloge smo najprej poiskali ustrezno literaturo. Največ podatkov in koristnih informacij smo našli na spletu, nekaj malega pa v knjigah. Informirali smo se o različicah mobilnih polnilcev, njihovem načinu priključitve, delovanja, hitrosti polnjenja oziroma vsesplošne uporabnosti za uporabnika.

1.3.3 EKSPERIMENTALNI DEL – RAZISKOVALNI VZOREC IN RAZISKOVALNE METODE

Sestavili smo načrt raziskovalnega dela:

1. V razpoložljivi literaturi (spletni viri, tiskani viri, materialni viri) poiskati podatke o vrstah mobilnih polnilcev, njihovi teži, velikosti, času polnjenja in zmogljivosti.
2. Z izbiro različnih vrst mobilnih polnilcev in pripadajočih dodatkov/orodja izmeriti čas polnjenja mobilnega aparata od 20% do 80% napolnjenosti baterije, pri tem pa smo merili trenutno porabo električne energije.
3. Meritve zapisati v preglednice ter izdelati analizo.
4. Pripraviti zaključke in diskusijo o tem, kakšen polnilec in kabel je najbolj ekonomično izbrati, pri tem smo se opredelili predvsem na stroškovni vidik polnjenja telefona.

Rezultate smo pridobili z eksperimentalno metodo na vzorcu enega mobilnega aparata (za vse meritve smo uporabili isti mobilni aparat) in uporabo 3 polnilcev, 4 različnih kablov, merili pa smo trenutno porabo energije pri polnjenju baterije od 20% do 80% napolnjenosti baterije. Dobljene rezultate smo obdelali in jih predstavili v obliki grafov, ter jih interpretirali. Z uporabo programov Excel in Power Point pa jih bomo predstavili.

1.3.4 MATERIAL

Pri delu smo potrebovali:

1. Mobilni telefon (iPhone 12 pro)
2. Različni kabli za polnjenje telefona (original, kopije, kabli za hitro polnjenje itd)
3. Polnilce za telefon (polnilec z neposrednim vtičnikom v vtičnico, brezžični polnilec, itd)
4. Polnilne postaje (brezžične, žične, itd)
5. Pametno električno vtičnico

2 TEORETIČNA IZHODIŠČA

2.1 DEFINICIJA POLNILNIKA ZA MOBILNI TELEFON

Polnilnik je pripomoček, ki ga s pomočjo kabla priključimo na telefon ali prenosnik, ko želimo polniti baterijo na svoji električni napravi. Mobilni polnilnik baterij je vrsta napajalnika, ki ga strokovno imenujemo stikalni napajalnik. Mobilnemu aparatu zagotavlja konstantno napetost in konstantni tok za baterijo, ki ji zagotavlja energijo, potrebno za polnjenje. Polnilnik pretvori električno energijo iz vira izmeničnega toka (npr. stenska vtičnica) v enosmerno energijo, ki jo potrebuje mobilna naprava.

NA KRATKO: polnilec je naprava, ki se uporablja za polnjenje baterije mobilnega telefona oziroma polnjenje z elektriko.



Slika 2.1: Model polnilca za telefon s kablom

Protokol polnjenja, torej koliko napetosti ali toka potrebujemo in za koliko časa in kaj storiti, ko je polnjenje končano pa je odvisno od velikosti in vrste baterije, ki se polni. Kako hitro bo baterija dejansko napolnjena, pa je odvisno od vrste polnilca, njegove zmogljivosti oziroma hitrosti polnjenja¹.

LOČITI JE POTREBNO MED POLNILNIKOM IN NAPAVALNIKOM! Polnilnik je sredstvo za prenos električne energije z enega kraja na drugega, napajalnik je zunanja baterija sama po sebi.

Mobilni polnilniki ponujajo uporabnikom udobje polnjenja svojih telefonov povsod, kjer je vir električne energije. Ne glede na to kje smo, polnilec zagotavlja, da so naši telefoni

¹ Vir: povzeto po <https://en.wikipedia.org>

pripravljeni za uporabo, kadar koli jih potrebujemo. V današnjem medsebojno povezanem svetu je bistvenega pomena ostati povezan.

Ne glede na to, ali gre za Android, iPhone ali drugo vrsto telefona, je polnilnik bistven element, ki omogoča, da naša mobilna telefon ostane napolnjen in deluje. Uporaba napačnega polnilnika lahko poškoduje naš telefon, kar pa lahko povzroči draga popravila ali, kar je še huje, popolno zamenjavo samega telefona.



Slika 2.2: Razvoj mobilnega polnjenja

2.2 PORABA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Na splošno polnilniki za telefon porabijo približno 5 vatov (W) električne energije. Nekateri hitrejši polnilniki lahko porabijo do 20 W, vendar je večina standardnih polnilnikov približno v območju 5 W. Polnilci za telefone običajno uporabljajo en do dva ampera in se priključijo na 120-voltno vtičnico.

Velik vpliv na to, koliko električne energije bo uporabil naš polnilnik za telefon ima število polnjen telefona na dan. Če predpostavimo, da eno povprečno polno polnjenje traja eno uro, potem velja, da polnjenje telefona enkrat na dan z uporabo polnilca z 10 W moči porabi 0,035 kilovatnih ur (kWh) električne energije na teden, 0,15 kWh na mesec in približno 1,83 kWh na leto, medtem ko polnjenje telefona dvakrat na dan porabi 0,07 kWh električne energije na teden, 0,3 kWh na mesec in približno 3,65 kWh na leto ob predpostavki, da gre za polnilec s povprečno močjo 10 W. Poraba električne energije se poveča ob uporabi polnilca z večjo električno močjo, in sicer, če ima naš polnilec 5 W moči, bo naša povprečna poraba električne energije 1,83 kWh (ponovno ob predpostavki časa polnjenja 1h), pri 15 W moči polnilca bo ta poraba znašala 5,48 kWh letno, pri 20 W moči pa kar 7,30 kWh².

² Vir: vse povzeto po <https://weknowhow.tech/2023/04/28/charger-without-secrets-facts-and-myths-about-chargers/>

2.3 ZANIMIVOSTI

1. 84 % ljudi uporablja svoj mobilni telefon med nakupovanjem v trgovini. Od leta 2017 je 51,12 % vsega internetnega prometa prišlo prek mobilnega telefona.. Svet je zasvojen z mobilnimi telefoni.
2. Izumitelj Wen-Chin Yang je leta 2000 zasnoval in patentiral prvi novodobni polnilnik za mobilne telefone. Komponente so bile vmesnik USB, pretvornik enosmernega toka in vtič za polnjenje baterije mobilnega telefona, ki se lahko napaja iz računalnika.
3. Polnilec pravzaprav sploh ni polnilec. Sploh ne. Pravi polnilec baterije je v naši napravi. Stvar, ki jo vsi imenujejo polnilec, je le napajalnik. Pravzaprav lahko priključimo USB vtič na katero koli ustrezno napajanje in napolnimo telefon³.

2.4 ZGODOVINA POLNILNIKOV

Mobilno polnjenje je prehodilo dolgo pot od izjemno zajetnega aparata do elegantne in prenosne naprave, ki jo lahko nosimo s seboj povsod, in do stroja, ki lahko poskrbi za našo vsako možno potrebo po polnjenju.

2.4.1 POLNILEC ZA MOBILNE TELEFONE IZ LETA 1980

Gre za polnilec, ki je pogonjal takrat priljubljeno Motorola DynaTAC, ki je uporabljala nikelj-kadmijeve baterije. Trajalo je 10 ur, da je imenovani polnilec napolnil baterije teh vrst telefonov.⁴



³ Vir: vse povzeto po <https://weknowhow.tech/2023/04/28/charger-without-secrets-facts-and-myths-about-chargers/>

⁴ Vir: povzeto po <https://techweez.com/2017/06/01/charging-time-evolution-mobile-charging/>

Slika 2.3: polnilec za Motorola

2.4.2 KOMPAKTEN POLNILEC ZA TELEFON

Kompakten polnilec za telefon se je uporabljal za napajanje nikelj-metal-hidridnih baterij, ki so držale električni naboj bolje kot nikelj-kadmijeve. Skrajšal se je tudi čas polnjenja, in sicer samo na 4 ure, kar je v tistem času veljalo za preboj v mobilnem polnjenju⁵.



Slika 2.4: Kompakten polnilec

2.4.3 KLASIČEN STENSKI POLNILEC

Gre za tipičen polnilec, ki je priložen današnjim mobilnim telefonom. Klasični stenski polnilec deluje z Li-ion baterijami. Priključimo ga lahko z integriranim kablom, ki je priložen, ali s kablom USB. Prav tako se polni hitreje, s povprečnim časom polnjenja le 1 uro⁶.



Slika 2.5: Klasičen stenski polnilec

⁵ Vir: povzeto po <https://techweez.com/2017/06/01/charging-time-evolution-mobile-charging/>

⁶ Vir: povzeto po <https://techweez.com/2017/06/01/charging-time-evolution-mobile-charging/>

2.4.4 USB KABELSKI POLNILEC

To je še ena izmed oblik polnilnika, ki jo poznamo vsi. Povprečni čas polnjenja je 3 ure, odvisno od izbrane amperaže. Polnilnik s kablom USB ima tudi zmogljivost prenosa podatkov, kar prispeva k njegovi vsestranskosti. Slaba stran tega polnilnika je, da je čas polnjenja štirikrat počasnejši od tradicionalnega polnilnika, ker je priključen na računalnik namesto na polnilnik⁷.



Slika 2.6: USB kabelski polnilec

2.4.5 PRENOSNI POWER BANK

Prenosni power bank skrbi za potrebe potrošnikov, ki so vedno na poti. Prenosni power bank lahko napolni mobilne telefone v 3 urah, večina pa ima vgrajen USB polnilnik. Na trgu lahko izbiramo med visoko zmogljivim ali nizko uvrščenim prenosnim napajalnikom⁸.



Slika 2.7: Prenosni power bank

⁷ Vir: povzeto po <https://techweez.com/2017/06/01/charging-time-evolution-mobile-charging/>

⁸ Vir: povzeto po <https://techweez.com/2017/06/01/charging-time-evolution-mobile-charging/>

2.4.6 BREŽIČNI POLNILEC

Tehnologija brezžičnega polnilca je prisotna že od leta 2013, vendar še ni postala povsem običajna. Ta tehnologija uporablja induktivno polnjenje, kar pomeni, da nam olajša nepotrebno uporabo kablov in vtičev. Brezžični polnilniki, kot je npr. Bezelel Futura X, dokazano trajajo dlje kot tradicionalni polnilniki, saj preprečujejo obrabo, ki se običajno zgodi pri napajalnih kabljih (zaradi pogostega priklapljanja in izklapljanja). Brezžični polnilniki napolnijo vaš telefon v 2 urah in običajno tehtajo 93 gramov⁹.



Slika 2.8: brezžični polnilec

2.4.7 SOLARNI MOBILNI POLNILEC

Kot nam že samo ime pove, ta polnilec napaja sončna svetloba. Če želimo določiti, koliko ur neposredne sončne svetlobe potrebujemo, da popolnoma napolnimo svojo mobilno napravo, moramo slediti formuli: amperov na uro baterije/amperov na uro polnilnika + 10 %. Uporabljajo se lahko, ko ni na voljo električnega napajanja – bodisi iz električnega omrežja ali, na primer, akumulatorja vozila. So okolju prijazni in so lahko uporabni pri dejavnostih na prostem, prav tako stroški takšnega polnjenja niso visoki, uporabljamo pa ga lahko na katerem koli javnem mestu (seveda na prostem), vendar pa je njihova zmogljivost polnjenja omejena in so odvisni predvsem od razpoložljivosti sončne svetlobe. Dodatna slabost je tudi daljši čas polnjenja v primerjavi s tradicionalnimi polnilniki. Solarni polnilniki običajno zdržijo približno 300-400 polnjenj¹⁰.

⁹ Vir: povzeto po <https://techweez.com/2017/06/01/charging-time-evolution-mobile-charging/>

¹⁰ Vir: povzeto po <https://techweez.com/2017/06/01/charging-time-evolution-mobile-charging/>



Slika 2.9: Solarni mobilni polnilec

2.4.8 AVTO POLNILEC

Avto polnilci so na voljo v različnih vrstah, odvisno od modela avtomobila. Nekateri proizvajalci avtomobilov, kot sta General Motors in BMW, so svoje integrirali z zmogljivostmi brezžičnega polnjenja, medtem ko drugi avtomobili polnijo telefone na tradicionalen način, tako da polnilni kabel priključimo preko adapterja, ki ponovno uporabi vaš cigaretni vžigalnik oziroma po novem vgrajena USB-vrata. Oba načina polnjenja se napajata iz akumulatorja avtomobila¹¹.



Slika 2.10: avto polnilec

2.4.9 KIOSK ZA POLNJENJE

Kiosk za polnjenje običajno najdemo na postajah javnega prevoza, v trgovinah, kavarnah in bencinskih črpalkah. Ima nameščene različne polnilne kable za različne mobilne naprave. Vse kar moramo storiti je, da izberemo kabel, ki je združljiv z našo

¹¹ Vir: povzeto po <https://techweez.com/2017/06/01/charging-time-evolution-mobile-charging/>

napravo, priključimo napravo in počakamo, da se polnjenje konča. Našo napravo lahko napolni v več ali manj 2 urah.

Kioski za polnjenje mobilnih telefonov so zgrajeni z ohišjem iz nerjavečega jekla in vgrajenim digitalnim znakom komercialne kakovosti. Zasloni so na voljo v obliki zaslona na dotik ali statični v velikostih od 19" do 43".

Vključuje vgrajen multimedijски predvajalnik Android, WiFi ali trdo internetno povezavo. Običajno imajo tehnologija polnjenja mobilnih telefonov Quick Charge 3.0¹².



Slika 2.11: Polnilni kiosk

Naziv polnilnika	Teža (g)	Velikost (cm)	Čas polnjenja (h)	Zmožnosti (mAh)
Polnilec iz leta 1980	495 g	83*43*79	10	500 mAh
Kompakten polnilec	399g	7*4	4	1000 mAh
Klasičen stenski	100	Odvisno	1	14000 mAh
USB polnilec	50	Od 30 do 35	2 do 4	300 do 1600 mAh
Brezžični počnilec	Variabilni	6*6	3	8000 mAh
Power bank	104 do 250	6*6	3	5200 mAh
Solarni polnilec	140	6*6	4	10000 mAh
Avtomobilski polnilec	30	4*2	2	1420 mAh
Polnilni kiosk	/	205*70*60	2	4500 mAh (

¹² Vir: povzeto po <https://techweez.com/2017/06/01/charging-time-evolution-mobile-charging/>

(<https://techweez.com/2017/06/01/charging-time-evolution-mobile-charging/>, 2017)

Tabela 1: Polnilniki in njihove lastnosti

Eksperimentalni rezultati, ki so zavedeni v internetni literaturi, zatrjujejo, da polnilniki deluje dobro. Povprečna energetska učinkovitost večmodnega Li-Ion polnilnika baterij je lahko do 91,2 % pri povprečni moči 1,24 W, natančnost prilagodljive referenčne napetosti pa je do 97,3 %¹³.

Kdo ve, katere novosti na področju mobilnega polnjenja bodo naslednje?

2.5 KABLI/KONEKTORJI/USB

USB je kratica za Universal Serial Bus. Obstaja že od leta 1996 in je bil prvotno zasnovan za povezovanje zunanjih naprav, kot so tipkovnice in kazalne naprave, na osebne računalnike. Od takrat se je razvil tako, da zajema široko paleto naprav in je postal standard za polnjenje, predvsem mobilnih telefonov¹⁴.

2.5.1 USB – A

Polnilnik USB-A je eden od starih vrst polnilnikov za telefone. Najpogosteje se uporablja z računalniki ali električnimi vtičnicami¹⁵.



¹³ Vir: povzeto po <https://techweez.com/2017/06/01/charging-time-evolution-mobile-charging/>

¹⁴ Vir: povzeto po <https://www.anker.com/blogs/chargers/top-6-different-phone-charger-types-all-you-need-to-know>

¹⁵ Vir: povzeto po <https://www.anker.com/blogs/chargers/top-6-different-phone-charger-types-all-you-need-to-know>

Slika 2.12: USB priključek - tip A

2.5.2 USB – B

Vrata USB-B so manj pogosta kot različne druge vrste kablov za polnilnik telefona. To so vrata USB s štirimi nožicami, ki jih lahko najdete na številnih napravah, vključno s tiskalniki, optičnimi bralniki, zunanji trdimi diski in drugimi¹⁶.



Slika 2.13: USB priključek - tip B

2.5.3 MINI USB

Priključek mini-USB je bil nekoč običajno na telefonih, fotoaparatih in podobnih majhnih napravah za povezovanje teh naprav z računalniki in drugimi napravami¹⁷.



Slika 2.14: USB priključek – MINI

¹⁶ Vir: povzeto po <https://www.anker.com/blogs/chargers/top-6-different-phone-charger-types-all-you-need-to-know>

¹⁷ Vir: povzeto po <https://www.anker.com/blogs/chargers/top-6-different-phone-charger-types-all-you-need-to-know>

2.5.4 MICRO USB

Vrata Micro-USB so ena najbolj priljubljenih vrst polnilnih kablov. Najdemo ga na številnih mobilnih napravah, pa tudi na mnogih drugih elektronskih napravah, kot so kamere in tipkovnice¹⁸.



Slika 2.15: USB priključek – MICRO

2.5.5 USB – TIP C

Kabli USB-C so najnovejša tehnologija za polnjenje prenosnika, tablice ali telefona. Od starih adapterjev micro-USB in mini-USB se razlikuje, ker je reverzibilen konektor – kar pomeni, da nam ni več treba skrbeti, katera stran bo vstavljena prva. Polnilni adapterji USB-C so tudi učinkovitejša vrsta polnilnika za Android, saj ga lahko napolnijo hitreje kot kdaj koli prej. Ni pa omejen samo na Android, saj je na voljo v kablu USB-C na Lightning tudi za naprave iOS¹⁹!



Slika 2.16: USB priključek - tip C

¹⁸ Vir: povzeto po <https://www.anker.com/blogs/chargers/top-6-different-phone-charger-types-all-you-need-to-know>

¹⁹ Vir: povzeto po <https://www.anker.com/blogs/chargers/top-6-different-phone-charger-types-all-you-need-to-know>

2.5.6 POLNILNIK LIGHTNING

Polnilnik Lightning (eden od vrst polnilnikov za mobilne telefone) je priključek, ki ga je zasnoval Apple in nadomešča stari 30-polni priključek za priključno postajo, ki je bil uporabljen na originalnem iPhone 4 in iPhone 3. Polnilnik Lightning ima zdaj 8-polni konektor Lightning na enem koncu in priključek USB Type-C na drugem koncu. Ti polnilniki so zasnovani tako, da delujejo z vsemi glavnimi izdelki Apple, vključno z iPhoni, iPadi in iPodi, za gostovanje zunanjih monitorjev, računalnikov, polnilnikov baterij USB, fotoaparátov in drugih zunanjih naprav²⁰.



Slika 2.17: Polnilnik Lightning

USB-C je najnovejši standard, ki ponuja višje stopnje dobave energije in hitrejše polnjenje pod isto napetostjo kot vsi ostali naštetí kabli . USB-C prenaša 3 A s podporo do 5 A, medtem ko primeroma Lightning podpira samo največji tok 2,4 A. To pa posledično pomeni, da USB-C podpira standard hitrega polnjenja USB Power Delivery, zaradi česar je veliko boljši za hitro polnjenje kot Lightning. Vsled izsledkov iz literature smo se tako odločili, da bomo za potrebe praktičnega dela uporabljali zgolj USB-C priključke²¹.

²⁰ Vir: povzeto po <https://www.anker.com/blogs/chargers/top-6-different-phone-charger-types-all-you-need-to-know>

²¹ Vir: povzeto po <https://www.anker.com/blogs/chargers/top-6-different-phone-charger-types-all-you-need-to-know>

2.6 NA KAJ MORAMO BITI POZORNI PRI IZBIRI NAČINA POLNJENJA?

2.6.1 NAJVEČJA DOVOLJENA MOČ POLNJENJA

Začeti moramo z osnovami, in sicer s specifikacijami polnjenja našega telefona. To nam bo dejansko povedalo, kateri polnilnik moramo izbrati, da se bo naš telefon polnil s pravo hitrostjo. Za pravo izbiro kot laik ne potrebujemo poznati vseh tehničnih parametrov tehnologije polnjenja. Osnovni in najpomembnejši podatek, na katerega pa moramo biti pozorni, je največja dovoljena moč napajanja. Na tem mestu moramo tako kot vsak proizvajalec in prodajalec polnilcev omeniti, da polnilec ne sme imeti prevelike moči. Kaj to za nas laične uporabnike pravzaprav pomeni? Če telefon ali druga naprava porabi največ na primer 5 W ali 10 W, potem lahko nanjo brez problema priključimo polnilnik z močjo 20 W ali več. Višja amperaža nas ne rabi skrbeti, saj je večina naprav opremljenih z ustrezno zaščito in sprejmejo le toliko toka, kot ga potrebujejo. Če naš telefon ne prenese toliko toka, kot pa dejansko to omogoča polnilec, le tega ni smiselno kupovati. S takšnim polnilcem namreč ne bomo pospešili samega procesa polnjenja, ampak bomo le po nepotrebem izpraznili našo denarnico²².

2.6.2 STANDARDI POLNJENJA TELEFONA

Nato se moramo pozanimati, katere standarde polnjenja podpira naš telefon. Trenutno najbolj priljubljena sta Quick Charge in Power Delivery. Obstajajo tudi drugi standardi polnjenja, specifični za posamezne znamke, kot je OnePlus z Warp Charge 65 W ali Xiaomi s HyperCharge 120 W. Izbira pravega združljivega standarda nam bo po našem mnenju zagotovila hitrejše polnjenje. Izberemo lahko tudi induktivni polnilec, vendar pa moramo v specifikacijah samega telefona preveriti največjo dovoljeno moč napajanja za to vrsto polnjenja in ali naš telefon sploh podpira induktivno polnjenje.

2.6.3 IZBIRA MED KLASIČNIM - KABELNIM IN INDUKTIVNIM POLNJENJEM

Induktivno polnjenje je vse bolj priljubljeno. Ste vedeli, da je že leta 1899 Nikola Tesla demonstriral način prenosa električne energije po zraku? Induktivno polnjenje je

²² Vir: povzeto po <https://weknowhow.tech>, <https://www.researchgate.net>, <https://www.quora.com>

sodobna in priročna rešitev. Vse kar moramo narediti je, da odložimo telefon, ki se bo začel brezžično polniti s pomočjo elektromagnetnega polja. Induktivni polnilci so enostavni za uporabo in estetsko dovršeni, vendar imajo svoje omejitve v obliki manjše moči in nekompatibilnosti z nekaterimi modeli telefonov.

2.6.4 GaN TEHNOLOGIJA – DA ALI NE?

Medtem ko tradicionalni omrežni polnilniki za prenos energije uporabljajo silicij, se v GaN tehnologiji uporablja galijev nitrid, ki omogoča ustvarjanje manjših in učinkovitejših polnilnikov, ki naj bi zagotavljali hitrejše polnjenje naprav. Poleg tega so dokazano energetsko učinkovitejši in bolj vzdržljivi od tradicionalnih omrežnih polnilnikov.

2.6.5 ŠTEVILO POLNILNIH PRIKLJUČKOV

Pri izbiri polnilca moramo biti pozorni tudi na število polnilnih priključkov. Če smo primorani polniti več naprav hkrati in nas skrbi čas polnjenja, moramo biti pozorni na to, koliko naprav lahko priključimo na en polnilec. Pomembno jem da vemo, da se skupna moč polnilnika, ko je priključenih več naprav hkrati, razdeli med posamezne priključke. Moč je lahko enakomerno razdeljena, ni pa nujno, zato moramo prebrati specifikacije polnilnika.

2.6.6 IZBIRA KABLA

KABEL JE POMEMBEN! Lahko imamo najboljši polnilnik, a če je kabel prešibek (nizek maksimalni prenos toka) in ne prenese moči polnilnika, se naš telefon ne bo polnil najhitreje. Kabel je tisti, ki določa hitrost polnjenja. V kolikor pa polnilnik sam nudi nizko amperažo, pa tudi 3-amperski kabel ne bo pomagal, da bi hitreje napolnili naš telefon, saj bo v tem primeru hitrost polnjenja omejena z močjo polnilnika.

Kako izbrati pravi kabel?

1. Poznati moramo vrsto polnilne vtičnice našega telefona zaradi pravilne izbire konektorja na kablu (Lightning, USB-C, Micro-USB, ITD).
2. Nekateri najcenejši nizkokakovostni kabli USB zgolj funkcijo polnjenja in ne tudi prenosa podatkov – ali je njihova dejanska zmogljivost enakovredna original kablom?
3. Pomembna je dolžina kabla v sorazmerju z večjim premerom.

4. Pomembna je kakovost izdelave kabla – premer kabla in kakovost izolacije in zaključkov. Sam material kablanskega plašča ne vpliva na parametre prenosa podatkov in jakost toka.
5. Polnilniki s tehnologijo Quick Charge ponujajo spremenljivo napetost od 3,6 do 20 V, pametni telefoni, ki podpirajo ta sistem, lahko prilagajajo velikost napetosti. Večino pametnih telefonov se polni s 5V – industrijski standard.
6. Višja kot je amperaža kabla, teoretično lahko polnilnik in kabel hitreje napolnita pametni telefon. Povprečni polnilnik nudi 1A. Starejši, šibki polnilniki dajejo samo 0,5 A. Novi močni polnilci, ki jih najdemo v kompletih s tablicami ali vodilnimi pametnimi telefoni, zagotavljajo 2A in več. Na trgu obstajajo tudi polnilniki z močjo do 3,4A ali celo 5A.

2.6.7 KAKO PREPOZNATI ALI JE KABEL KVALITETEN – TESTIRANJE KABLA USB?

Kabli USB so bistveni element našega vsakdanjega življenja. USB kable uporabljamo za polnjenje telefonov in tablic, prenos podatkov in še veliko več. Žal pa je res, da je USB kablov toliko, da je včasih res težko ugotoviti, kateri deluje dobro in kateri ne. Poleg tega včasih kabel deluje slabo, za kar krivimo svoje polnilce in naprave. Torej, kako lahko preverimo kabel USB?

Metoda 1: Vizualni pregled

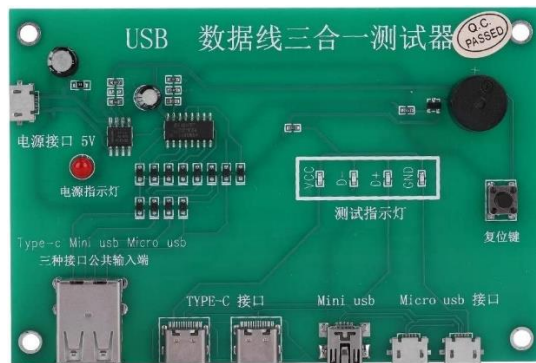
- Ali so na žici kakšne razpoke? Previdno je potrebno preveriti celotno žico.
- Preveriti moramo ali so na kablju kakšne gole žice?
- Ogledamo si konce in preverimo, če so v redu.
- Preveriti moramo notranjost končnih čepov če je tam kaj slabega ali nenavadnega.

Metoda 2: Ročno preverjanje

- Pri tej metodi sumljiv kabel zamenjamo z dobro znanim dobrim kablom.
- Če dobimo s znanim dobro delujočim kablom boljše rezultate, lahko rečemo, da izbrani/sumljivi ni primeren za uporabo.
- Če se pri testiranju nič ne spremeni, je izbrani kabel dober. Morda je v danem primeru težava v polnilnik ali telefonu.
- Slaba lastnost te metode določanja kvalitete kabla je, da moramo imeti na voljo dobro delujoč dodatni kabel USB.

Metoda 3: uporaba testerja USB

- V specializiranih trgovinah ali na spletu kupimo namenski tester USB.
- Postopek testiranja je preprost. V tester priključimo kabel, ki ga želimo preizkusiti.
- Vključimo tester. Če se bo pri vklopu prižgala rdeča LED lučka, je naš kabel ustrezen.
- Na voljo je tudi brenčalo, ki se oglasi ob preizkusu dobrega kabla USB. Če je kabel slab, bo lučka LED ostala IZKLOPLJENA.



Slika 2.18: namenski tester USB

Metoda 4: Uporaba USB multimetra

- USB multimeter je neverjetna elektronska naprava, ki nam pomaga meriti USB napetost, tok, kapaciteto in moč.
- USB multimeter priključimo na vrata USB.
- Izbrani kabel povežemo s testerjem.
- Telefon priključimo na drugo stran kabla USB.
- Na zaslonu USB multimetra razberemo rezultate, na katerem moramo videti trenutno vrednost toka.
- Če toka ni, potem je izbrani kabel neprimeren za uporabo²³.

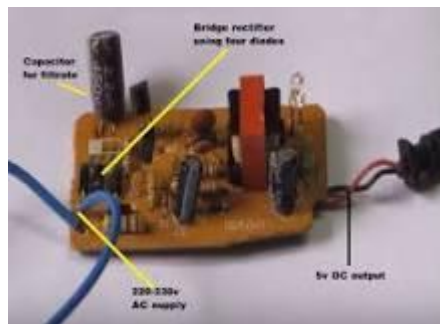
²³ Vir: vse povzeto po <https://www.yamanelectronics.com/usb-cable-testing>



Slika 2.19: USB MULTIMETER

2.7 SESTAVA POLNILCA²⁴

Polnilec je običajno sestavljen iz tranzistorja, usmernika in filtrskega vezja. Transformator je nižji, ker pride v tokokrog okoli 220 napetosti, ki jo moramo zmanjšati na doseg mobilne baterije, usmernik pa je tisti, ki pretvori izmenični tok v enosmerni z uporabo vrat NOT.



Slika 2.20: Notranjost polnilca

2.7.1 Transformator

Transformator pretvori visokonapetostni izmenični tok iz stenske vtičnice v nizkonapetostni enosmerni tok, ki ga lahko uporablja izbrani telefon. Sestavljen je iz dveh tuljav žice, ki sta oviti okoli jedra, kar omogoča prenos energije iz ene tuljave v drugo.

2.7.2 Usmernik

Usmernik pretvori izhodno izmenično napetost iz transformatorja v enosmerno napetost, ki jo potrebuje baterija našega telefona. Usmerniško vezje je lahko

²⁴ Vir: povzeto po <https://www.quora.com/What-is-the-mobile-charger-made-up-of>

sestavljeno iz diod ali drugih polprevodniških naprav, ki omogočajo tok, da teče le v eno smer.

2.7.3 Kondenzator

Kondenzator zgladi izhod enosmerne napetosti iz usmerniškega vezja tako, da shrani naboj in ga po potrebi sprosti. Pomaga stabilizirati napetost in zmanjša hrup na daljnovodu.

2.7.4 Regulator napetosti

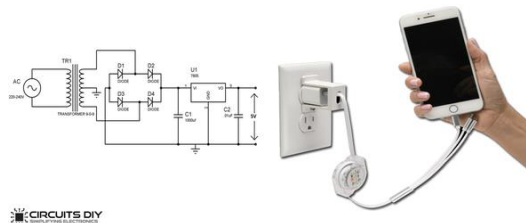
Regulator nadzoruje izhodno napetost polnilnika in zagotavlja, da ostane v določenem območju. Lahko je preprosta naprava, kot je zener dioda, ali bolj zapleteno vezje, kot je napetostni regulator IC.

2.7.5 Vrata USB

V ta del priključimo kabel USB, ki naš telefon poveže s polnilnikom. Zagotavlja pot za pretok enosmernega toka od polnilnika do baterije vašega telefona.

Vse te notranje komponente sodelujejo pri pretvorbi visokonapetostnega izmeničnega toka iz stenske vtičnice v nizkonapetostnega enosmernega toka, ki ga naš telefon potrebuje za polnjenje baterije.

Mobile Phone Charger Circuit



Slika 2.21: Krog električnega toka mobilnega polnilca

3 PRAKTIČNI DEL

3.1 MATERIAL ZA IZVEDBO PRAKTIČNEGA DELA

3.1.1 SPLOŠNO

Polnilniki z močjo 5 W ali 10 W ali polnilniki z močjo 12 W so navadni polnilniki, ki imajo pod pokrovom običajno manj zmogljivo vezje. Danes lahko takšne polnilnike razglasimo za zastarelo inovacijo, saj so ti polnilci zdaj običajno priloženi zgolj poceni pametnim telefonom. Tako dandanes številni proizvajalci zagotavljajo, da njihov izdelek omogoča hitro polnjenje, vendar pa je potrebno opozoriti, da ti običajno zagotovijo le standardno napajanje 5 W. Polnjenje običajno poteka v dveh stopnjah. V glavni fazi višja napetost poveča hitrost polnjenja. Hitri polnilniki vplivajo na to stopnjo, da povečajo pretok moči. Ko je baterija skoraj popolnoma napolnjena, bo polnilnik znižal napetost, da prepreči pregrevanje, kar zagotavlja, da sta naš mobilni telefon in polnilnik varna.

Trenutno polnilnike z močjo več kot 15 W še uvrščamo v kategorijo hitrih polnilnikov. Hitri polnilnik je nekoliko težji in širši v primerjavi z običajnim polnilnikom. Pod pokrovom imajo zapleteno vezje. S pomočjo tega vezja polnilnik nadzoruje potek polnjenja. Hitri polnilci potrebujejo kvalitetnejši polnilni kabel, saj ko priklopimo svoj telefon na polnilnik, polnilec pošlje močan tok v napravo s pomočjo polnilnega kabla. Tanek kabel večjim tokovom ne bi bil kos, zato je nujna uporaba debelejšega kabla. To je tudi glavni razlog, zakaj so mobilni telefoni in različni pripomočki s hitrim polnjenjem opremljeni z debelimi kabli, tako da lahko nedvomno upravljajo moč in hitrost gibanja.

Polnilnik z močjo 20 W napolni naš telefon hitreje kot polnilnik s 5 W zaradi večje izhodne moči. Za polnjenje telefona lahko uporabimo tudi 65 W polnilnik, tudi če naš pametni telefon podpira polnjenje z le 18 W ali 25 W. Telefon ima vgrajene varnostne mehanizme, s katerimi regulira dotok energije, tako da ni nevarnosti prenapolnjenosti ali poškodbe baterije.

Kako hitro se baterija telefona napolni od nič do sto odstotkov v smislu napolnjenosti kapacitete, je odvisno tako od vatov, ki prihajajo iz polnilnika, kot od največjega števila vatov, ki jih lahko prenese naprava. Povedano drugače, če kupimo original 20 W

polnilnik podjetja Apple, bo teoretično naš telefon iPhone z njim napolnjen približno štirikrat hitreje, kot bi ga na polnil uradni polnilnik 5W istega podjetja.

Če želimo najhitrejšo možno polnjenje baterije za svoj telefon, potrebujemo polnilnik, ki zagotavlja toliko vatov, kolikor jih vaš telefon lahko prenese naenkrat. Večino časa – vendar ne vedno – bo polnilnik, ki je bil priložen našemu telefonu ob samem nakupu, zadostil. Tako kot pri običajnem polnjenju, za najboljše rezultate hitrega polnjenja potrebujemo tako polnilnik kot telefon, ki podpirata hitro polnjenje in pripadajočo tehnologijo. Skoraj vsak nov polnilnik trenutno deluje s skoraj vsakim novim telefonom, pa vendar ni nujno, da bomo videli največjo hitrost polnjenja ali najučinkovitejšo stopnjo polnjenja, če ne bomo uporabljali kompleta izdelanega v istem podjetju. To še posebej velja, ko gre za hitro polnjenje, saj izdelovalci telefonov radi uporabljajo lastne standarde in metode. Za najvišje stopnje hitrega polnjenja bomo tako običajno morali priključiti polnilnik, izdelan posebej za naš telefon.

Polnjenje telefona z brezžičnim polnilcem je mogoče takrat, ko brezžično polnjenje omogoča naprava (telefon). Če je mogoče opaziti, da določene kombinacije polnilca in neoriginalnih kablov ne bodo polnili našega telefona, se lahko z brezžičnim polnjenjem temu strahu izognemo. Če telefon omogoča brezžično polnjenje bomo lahko tak telefon napolnili na vsaki brezžični polnilni postaji. Po izkušnjah sodeč pa je ta način polnjenja bolj počasen, kot polnjenje, ko telefon povežemo s polnilcem preko kabla.

3.1.2 POSTOPEK POLNJENJA BATERIJE TELEFONA

Baterija v telefonu se polni tako, da bo energija tekla od naprave z višjo napetostjo k napravi z nižjo napetostjo. Če je na telefon priključen polnilnik, bo napetost iz polnilnika višja od napetosti baterije, tako da bo baterija "črpala" energijo. Litij-ionska baterija, ki se pojavlja skoraj v vseh telefonih, preprosto pretvori kemično energijo v električno energijo s premikanjem litijevih ionov od negativne elektrode do pozitivne elektrode. Število ionov, ki so na voljo na negativni elektrodi, je pokazatelj energije, ki je na voljo v bateriji za uporabo, in to je tista spremenljivka, ki jo želijo nadzorovati (povečati) polnilniki. Proizvajalci telefonov ga kvantificirajo kot »stanje napolnjenosti« in prikažejo v odstotkih na zaslonu telefona.

Teoretično bi lahko količina ionov na negativni elektrodi tudi dosegla absolutne meje 0 % in 100 %, vendar takšni ponavljajoči se cikli dokazano poškodujejo baterijo. Če

pustimo, da količina ionov v elektrodah večkrat doseže absolutne meje, se struktura elektrod sčasoma poslabša, kar zmanjša količino ionov, ki jih lahko vsaka elektroda sprejme, in s tem zmanjša kapaciteto baterije. Da bi to preprečili, večina telefonskih sistemov prikazuje neabsolutne meje znotraj 10 % absolutnih meja za stanje napolnjenosti. Z drugimi besedami, baterija telefona, ki prikazuje 0 %, ima še vedno nekaj ionov na negativni elektrodi in bi lahko izpraznila manj kot 0 %, če ne bi bila zasnovana drugače, baterija telefona, ki prikazuje 100 %, pa lahko še vedno sprejema ione na pozitivni elektrodi in gre nad 100 %, če je bila napetostna meja višja.

Nadzor nad stanjem napolnjenosti med polnjenjem baterije je ključnega pomena za njeno delovanje, saj nam zagotavlja, da baterija ostane znotraj uporabnega odstotka in da se ohrani dolgoročna zmogljivost baterije. Z nadzorom stanja napolnjenosti se prepreči prekomerno polnjenje in popolna izpraznitev baterije. Prekomerno polnjenje se zgodi, ko se baterija napaja z večjo napetostjo, kot jo zmore v ciklu polnjenja, posledično pa se proizvaja toplota. Medtem ko lahko druge vrste baterij, kot so svinčeno-kislinske baterije, to nekoliko bolje obvladajo, pri litij-ionskih baterijah povzroča neželene stranske reakcije, kot je prevleka kovinskega litija. Ko se ta kovinska plošča izprazni, ostane manj titularnih "litijevih ionov", ki zadržijo naboj, in kot taka baterija sčasoma izgubi zmogljivost.

Ne glede na to, kako zapleteni so polnilniki za telefone, ti preprosto pretvorijo visoko napetost AC (izmenični tok) v nizko napetost DC (enosmerni tok), ki je nato primerna za baterijo in jo napaja.

Z dovajanjem toka (manipulirana spremenljivka) polnilec prenese litijeve ione s pozitivne elektrode na negativno elektrodo in tako obnovi energijo. Mobilni telefoni so zasnovani tako, da se polnijo pametno. Postopek polnjenja pametnih telefonov poteka v treh fazah. Prva stopnja se pojavi hitro, in sicer se vzame stalen tok, da se zagotovi, da je stopnja polnjenja veliko višja od stopnje praznjenja. Ko se stanje napolnjenosti baterije poveča na približno 80 %, pametni telefon preklopi na drugo stopnjo, v kateri je napetost razmeroma konstantna, vendar se uporablja upor za pretok toka, da se zmanjša, dokler ni stanje napolnjenosti baterije 100 % doseženo. Ko je doseženo 100-odstotno stanje napolnjenosti, pametni telefon preklopi na tretjo fazo "postopnega

polnjenja", v kateri je stopnja toka v baterijo ravno tolikšna, da uravnoteži stopnjo praznjenja baterije. Na ta način je baterija 100-odstotno napolnjena. Zgornji nadzorni sistem uravnava stanje napoljenosti baterije z manipulacijo pretoka toka v baterijo telefona in zato lahko pustimo svoje telefone, da se polnijo vso noč in bodo ostali na 100 %, ko se zbudite, in ne na 90 %, ne 105 %, saj nadzorni sistem zmanjša prekomerno polnjenje in prihrani življenjsko dobo baterije. V našem postopku polnjenja pa lahko prihaja tudi do nepričakovanih motenj, in sicer, ko nekdo polni svoj telefon med samo uporabo, zaradi česar se lahko poveča stopnja praznjenja energije bateriji in spremembe količine toka, ki prihaja v polnilnik iz vtičnice, na kar pa polnilec ne more vplivati. Na primer, polnilnik lahko kompenzira nenadno depresijo, ki nastane zaradi vklopa druge energetske intenzivne naprave, priključene na isto omrežje, kot je klimatska naprava. Prav tako lahko kompenzira majhne prenapetosti v obratni situaciji, ko je klimatska naprava izklopljena in skozi vtičnico nenadoma pride do presežka toka.

Da bi nadzorovali stanje napoljenosti telefona, je najboljši način za to implementacija neposredne povratne zanke. V splošnem jeziku je povratna zanka reaktivni model, ki vključuje merjenje nadzorovane spremenljivke in spreminjanje manipulirane spremenljivke navzgor. Primer: Ko se tuširamo in čutimo hladno vodo, zvišamo temperaturo, in ko je prevroče, jo znižamo. Sproti torej prilagajamo temperaturo vode, glede na potrebe in počutje. Podobna povratna zanka v telefonu meri stanje napoljenosti baterije, da določi hitrost, s katero mora baterija prevzeti tok. To bo ohranilo napoljenost telefona, vendar ne bo dovolilo prenapoljenosti. Drugačna stopnja napoljenosti iz vtičnice bi bila preprosto kompenzirana s stopnjo napoljenosti, ki jo polnilnik dostavi bateriji. Ker polnilec že spremeni tok, ki teče v baterijo, kompenzacija majhnih motenj v prvotnem toku ne bi smela biti težavna.

Zgoraj opisani postopek polnjenja mobilnega telefona je izjemno pomemben. Preprečuje prekomerno polnjenje s samodejno regulacijo in ohranja življenjsko dobo baterije.

3.1.3 TEHNIČNA IZVEDBA POLNJENJA TELEFONA

- telefon priključimo v električno vtičnico prek izbranega polnilnega kabla in polnilca USB Apple ali drugega združljivega polnilca

- telefon postavimo s sprednjo stranjo navzgor na brezžični polnilnik (priključen v polnilnik USB-C Apple ali drug združljiv polnilnik) ali na polnilnik s certifikatom Qi
- vklopimo optimizirano polnjenje baterije, ki ga omogoča Apple kot že pojasnjeno, da nastavitev temelji na strojnem učenju, ki se prilagodi navadam dnevnega polnjenja baterije, in nato počaka, da konča s polnjenjem nad 80 %, ko to potrebujemo)

3.1.4 POLNJENJE Z NAVADNIM 5W APPLE POLNILCEM IN 20W POLNILCEM

Vsak iPhone, izdan od leta 2017, se lahko polni približno trikrat hitreje kot s starim 5-watnim polnilnikom, ki je bil včasih priložen v škatli. To je zato, ker lahko sodobni telefoni iPhone izkoristijo tehnologijo polnjenja, tako imenovano USB Power Delivery (PD), ki jo omogoča standard USB-C.

Za hitro polnjenje iPhona je potreben:

- polnilnik USB-C PD, ki podpira vsaj 18 vatov (20-watni polnilniki so pogostejši in zagotavljajo podobne hitrosti). Medtem ko bi lahko Applov stari 5 W polnilnik napolnil iPhone 12 pro ne približno 17 % baterije v pol ure in 34 % v eni uri, bo dober polnilnik USB-C PD enako baterijo v enakih intervalih napolnil na 52 % in 83%.
- Če želite izkoristiti hitrosti polnjenja PD z združljivim iPhonom, potrebujete tudi pravi kabel – in sicer kabel USB-C-to-Lightning.
- Telefon, ki podpira hitro polnjenje.

Standardni 5W adapter potrebuje 3,5 ure ali več, da v celoti napolni telefon iPhone11. Ob predpostavki, da ima iPhone 12 podobno velikost baterije kot iPhone 11 in uporablja enako tehnologijo hitrega polnjenja, bo 20 W hitri polnilnik lahko napolnil do 50 % v 30 minutah in do 100 % v 2 urah in 8 minutah ali tako.

Applovi telefoni iPhone so zasnovani za različne hitrosti polnjenja, notranje vezje pa se prilagaja toku, ki ga zagotavljajo različni polnilniki. Priporočljivo je, da iPhone najprej napolnimo s 5 W polnilnikom do 50 % in nato preklopimo na 20 W polnilnik, da dokončamo polnjenje, ali obratno. Glavna razlika, ki jo je opaziti, je, da bo polnilnik z močjo 20 W napolnil iPhone hitreje kot polnilnik s 5 W zaradi večje izhodne moči. Ne

glede na moč polnilnika, ki ga uporabljamo, pa je priporočljivo, da se iPhone ne polni v izjemno vročih pogojih, da se prepreči morebitno poškodbo baterije sčasoma.

Pametni telefon nikoli ne dela ničesar, zato bo energijo porabljal 24/7, porabljena količina pa se bo spreminjala iz dneva v dan in iz minute v minuto. Samo zaradi tega razloga bi morali svoj telefon polniti čez noč, vsako noč. Poleg tega je absolutno najboljši način za maksimalno izrabo polnjenja in dolgoročno upočasnitev upadanja zmogljivosti baterije ta, da omogočimo optimizirano polnjenje baterije in napravo napolnimo čez noč. Baterija se bo hitro napolnila do 80 %, nato pa se bo ustavila. Med nočno pavzo bo telefon namesto baterije uporabljal omrežno napajanje, s čimer bo baterija "počivala" in tako zmanjšala potrebo po pogostem polnjenju baterije. Telefon se bo nadaljeval s polnjenjem, da bo dosegel 100 %, ko boste pripravljeni za uporabo telefona. Telefon se bo namreč "naučil" našega vzorca uporabe.

Poudarjamo, da so slabe navade polnjena tiste, ki so bolj škodljive kot pa samo polnjenje, bodisi klasično ali hitro polnjenje. V idealnem primeru bi glede na vse dosedaj znane podatke med vsakodnevno uporabo našega telefona morali poskrbeti, da se napolnjenost baterije telefona ves čas giblje med 20% in 100% celotne napolnjenosti, saj le tako lahko zagotovimo, da delujejo vsi ioni, ki sestavljajo baterijo našega telefona. ²⁵

3.1.5 POLNJENJE Z GAN POLNILCEM

Enaka moč in še veliko več. Tehnično so ti polnilci hitrejši, ker je hitrost funkcija moči. Oziroma natančnejši izraz je, da omogočajo hitrejše polnjenje.

Recimo, da imamo iPhone, ki podpira 18W polnjenje ter star 5W Apple polnilec. IPHona z njim ne moremo polniti do njegove polne zmogljivosti, medtem ko bo polnilnik GaN z močjo 18 W polnil veliko hitreje kot polnilnik s 5 W. Seveda pa ne smemo pozabiti, da smo pri tem še vedno omejeni z napravo. GaN omogoča še večjo moč, kot npr. 30W, 50W, 100W, 140W it, vse v majhni škatlici.

²⁵ Vir: povzeto po <https://support.apple.com/sl-si/guide/iphone/iph8c1e31583/ios>, <https://eloutput.com/sl/proizvodnjo/pripomo%C4%8Dke/hitro-polnjenje-iphone-ipad-polnilniki-zdru%C5%BEljivi-kabli>, <https://istyle.si/apple-usb-c-charge-cable-1-m-eol.html>

Dejansko so GaN polnilniki hitrejši pri enaki fizični velikosti, ker tehnologija omogoča bolj kompaktne polnilnike. Torej, če imate 65 W polnilnik, ki ni GaN, in 100 W GaN polnilnik, sta morda enake velikosti in v tem smislu bo polnilnik GaN res hitrejši. Toda polnilnik brez GaN 65 W in polnilnik GaN 65 W se bosta obnašala povsem enako in tudi polnila naš telefon enako.²⁶

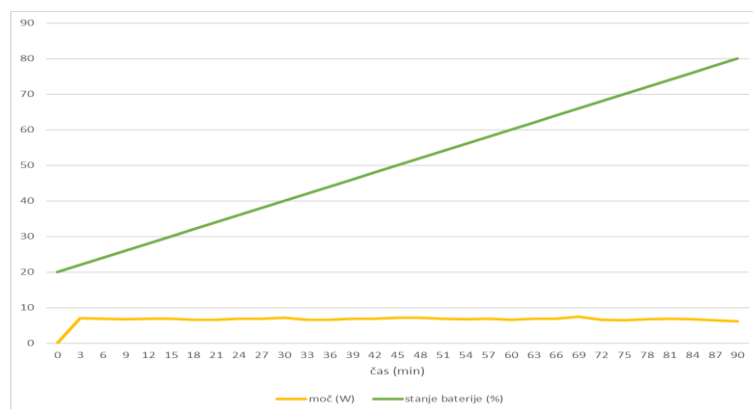
²⁶ Vir: povzeto po https://www.reddit.com/r/techsupport/comments/18asn3y/is_it_safe_to_charge_an_iphone_with_a_100w_gan

3.2 MERITVE

3.2.1 Original polnilec 5W + IKEA kabel

original polnilec 5W +IKEA kabel							
meritev	t (min)	tok (mA)	moč (W)	Napetost (stanje baterije (%)		
1	0	0	0	0	20	čas polnenja (20%-80%):	90min
2	3	49	7	243,1	22	povprečna moč:	6,56W
3	6	49	6,8	239	24	poraba energije:	9,84 Wh
4	9	47	6,7	242	26		
5	12	48	6,9	243,7	28		
6	15	47	6,8	240,8	30		
7	18	48	6,6	242,2	32		
8	21	48	6,6	242,2	34		
9	24	48	6,8	242,6	36		
10	27	48	6,8	240,8	38		
11	30	50	7,1	239,9	40		
12	33	48	6,6	238,1	42		
13	36	47	6,6	237,2	44		
14	39	48	6,8	242,1	46		
15	42	48	6,8	242,2	48		
16	45	48	7,2	242,2	50		
17	48	49	7,2	244,5	52		
18	51	47	6,9	240,9	54		
19	54	47	6,7	242,2	56		
20	57	46	6,8	234,8	58		
21	60	46	6,6	239,4	60		
22	63	46	6,8	239,4	62		
23	66	46	6,8	239	64		
24	69	49	7,4	239,4	66		
25	72	47	6,6	237,2	68		
26	75	47	6,5	237,5	70		
27	78	49	6,7	236,7	72		
28	81	48	6,9	236,3	74		
29	84	48	6,7	239,9	76		
30	87	46	6,5	244	78		
31	90	43	6,2	243	80		
			6,56				

Tabela 2: Prva meritev; originalni polnilec 5 W/IKEA kabel

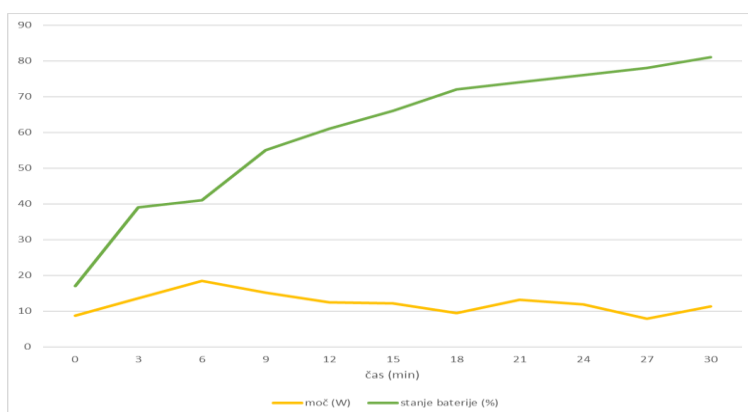


Graf 1: Originalni polnilec 5W/IKEA kabel

3.2.2 Original polnilec 20 W/original kabel

ORIGINAL POLNILEC 20W/ORIGINAL KABEL USB-c/lightning										
meritev	ura (Δt)	tok (mA)	moč (W)	Napetost (V)	stanje baterije (%)					
1	0	67	8,7	241,7	17	čas polnenja (17%-81%):	50 min	poraba energije: 10,17 Wh		
2	5	107	13,6	239,4	39				povprečna moč:	12,2W
3	10	141	18,4	239	41					
4	15	99	15,2	239	55					
5	20	91	12,5	237,2	61					
6	25	130	12,2	238,1	66					
7	30	72	9,4	240,3	72					
8	35	124	13,1	240,8	74					
9	40	87	11,9	238,1	76					
10	45	61	7,8	236,3	78					
11	50	86	11,3	238,5	81					
			12,1909							

Tabela 3: Druga meritev; originalni polnilec-originalni kabel

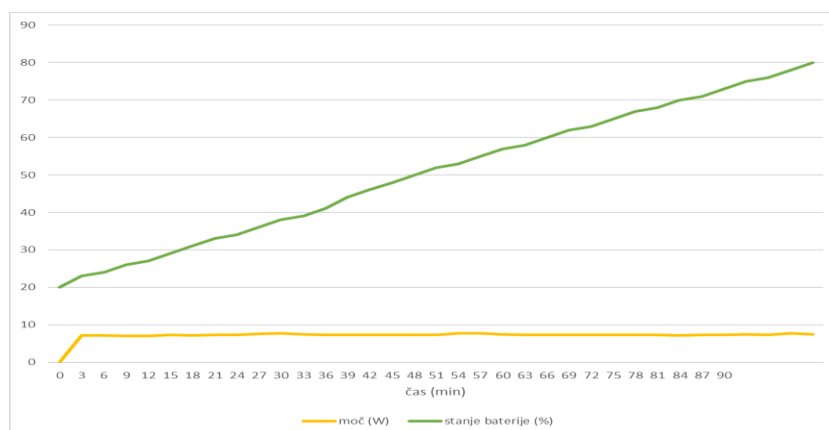


Graf 2: Originalni polnilec 20 W/original kabel

3.2.3 Originalni polnilec 20W/originalni USB-c USB-c/IKEA polnilna postaja

original polnilec 20W +original USB-c USB-c + IKEA polnilna postaja							
meritev	ura (Δt)	tok (mA)	moč (W)	Napetost (stanje baterije (%))			
1	0	0	0	0	20	čas polnenja (20%-80%):	102min
2	3	61	7,2	239,1	23	povprečna moč:	7,17W
3	6	60	7,2	239,2	24	poraba energije:	12,19 Wh
4	9	60	7	240,8	26		
5	12	60	7	241,7	27		
6	15	61	7,3	237,6	29		
7	18	62	7,2	234,6	31		
8	21	63	7,4	237,4	33		
9	24	62	7,3	235	34		
10	27	62	7,6	235,2	36		
11	30	65	7,7	239,2	38		
12	33	64	7,5	241,2	39		
13	36	63	7,4	237,4	41		
14	39	59	7,4	240,8	44		
15	42	57	7,3	239,9	46		
16	45	58	7,3	241,1	48		
17	48	58	7,3	239,1	50		
18	51	58	7,3	241,4	52		
19	54	59	7,7	241	53		
20	57	59	7,7	242,2	55		
21	60	60	7,5	242,2	57		
22	63	58	7,4	242,2	58		
23	66	58	7,4	242,2	60		
24	69	58	7,3	243,6	62		
25	72	57	7,3	240,3	63		
26	75	57	7,3	242,2	65		
27	78	58	7,4	241,7	67		
28	81	59	7,4	239,9	68		
29	84	59	7,2	242,1	70		
30	87	60	7,4	238,5	71		
31	90	58	7,4	244	73		
32	93	60	7,5	244,5	75		
33	97	59	7,3	240,3	76		
34	100	60	7,8	241	78		
35	103	60	7,5	241	80		
	1788		7,17				

Tabela 4: Tretja meritev; originalni polnilec/originalni kabel/ikea polnilna postaja

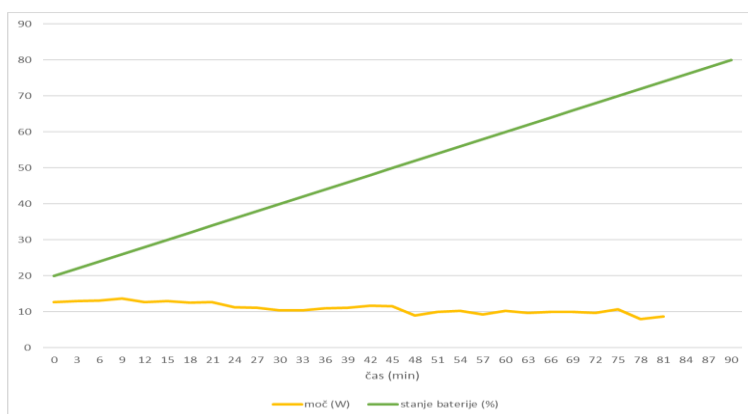


Graf 3: Originalni polnilec 20 W/originalni kabel/ikea polnilna postaja

3.2.4 Originalni polnilec 20 W/originalni USB-c USB-c kabel/hitra polnilna postaja

original polnilec 20W/original USB-c USB-c kabel + hitra polnilna postaja								
meritev	ura (Δt)	tok (mA)	moč (W)	Napetost (stanje baterije (%))				
1	0	97	12,6	237,6	20		čas polnenja (20%-80%):	84 min
2	3	99	13	236,8	25		povprečna moč:	10,94W
3	6	99	13,1	235,9	28		poraba energije:	15,32 Wh
4	9	101	13,7	237,6	31			
5	12	102	12,7	239	34			
6	15	99	13	235	37			
7	18	91	12,5	232,9	40			
8	21	99	12,6	231,6	42			
9	24	87	11,2	234,1	44			
10	27	87	11,1	237,1	46			
11	30	85	10,4	231,6	48			
12	33	85	10,4	232,4	51			
13	36	83	10,9	236,3	53			
14	39	87	11,1	237,1	55			
15	42	90	11,7	236,4	57			
16	45	91	11,5	235	59			
17	48	72	8,9	232,4	61			
18	51	81	9,9	234,1	62			
19	54	84	10,2	229,1	64			
20	57	74	9,2	233,7	66			
21	60	80	10,2	238,5	68			
22	63	75	9,7	238,5	70			
23	66	87	9,9	237,7	72			
24	69	77	9,9	235,4	74			
25	72	77	9,7	236,7	75			
26	75	80	10,6	237,2	77			
27	78	64	8	239,9	79			
28	3	64	8,7	235,9	81			
			10,94					

Tabela 5: Četrta meritev; Originalni polnilec/originalni USB-c USB-c kabel/hitra polnilna postaja

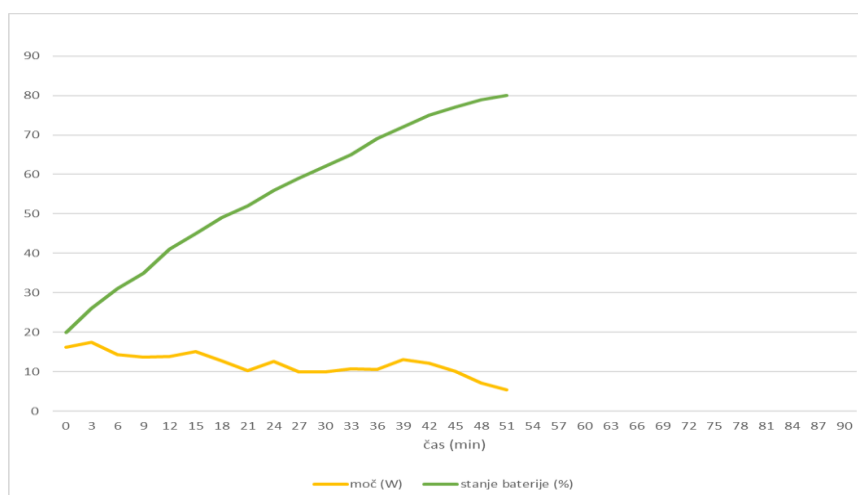


Graf 4: Originalni polnilec/originalni kabel USB-c USB-c/hitra polnilna postaja

3.2.5 65W polnilec/originalni USB-c lightning kabel

65W polnilec+originalni USB-c lightning kabel						
meritev	ura (Δt)	tok (mA)	moč (W)	Napetost	stanje baterije (%)	
1	0	125	16,2	242,2	20	čas polnenja (20%-80%): povprečna moč: poraba energije:
2	3	144	17,5	244	26	
3	6	104	14,3	243	31	
4	9	104	13,7	242	35	
5	12	102	13,9	246	41	
6	15	99	15,1	242	45	
7	18	92	12,7	242,6	49	
8	21	77	10,3	242,6	52	
9	24	104	12,6	242,6	56	
10	27	73	9,9	241,7	59	
11	30	69	9,9	244	62	
12	33	103	10,7	243	65	
13	36	77	10,5	243	69	
14	39	96	13,1	242,2	72	
15	42	61	12,1	241,2	75	
16	45	79	10,1	242	77	
17	48	58	7,1	240,8	79	
18	51	47	5,4	242,2	80	
19	54					
20	57					
21	60					
22	63					
23	66					
24	69					
25	72					
26	75					
27	78					
28	81					
			11,95			

Tabela 6: Peta meritev; Originalni polnilec/originalni kabel usb-c Lightning

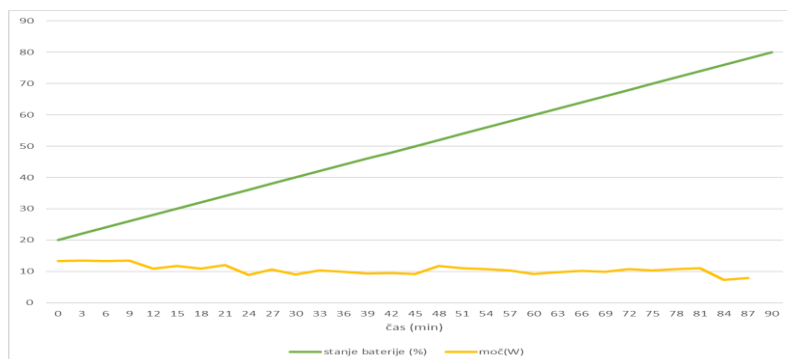


Graf 5: Originalni polnilec/originalni kabel usb-c Lightning

3.2.6 65W polnilec/navaden kabel USB-a USB-c/hitra polnilna postaja

65W polnilec/navaden USB-b USB-c kabel +hitra polnilna postaja								
meritev	ura (Δt)	tok (mA)	moč (W)	Napetost (V)	stanje baterije (%)			
1	0	102	13,4	237,6	20	čas polnjenja	90 min	
2	3	105	13,5	235,9	26		povprečna	10,58W
3	6	110	13,4	239,9	29		poraba en	15,87 Wh
4	9	109	13,5	239,4	32			
5	12	105	10,9	235,9	34			
6	15	94	11,7	240,3	36			
7	18	88	10,9	236,9	39			
8	21	95	12	236,4	41			
9	24	74	8,9	237,4	43			
10	27	85	10,6	238,2	44			
11	30	77	9	237,3	46			
12	33	84	10,4	238,5	48			
13	36	97	9,9	239,5	50			
14	39	75	9,4	241,2	51			
15	42	79	9,5	237,4	53			
16	45	74	9,2	236,4	54			
17	48	91	11,7	235,4	57			
18	51	88	11,1	239	59			
19	54	85	10,7	235,9	60			
20	57	82	10,3	236,3	62			
21	60	71	9,2	236,3	64			
22	63	78	9,7	237,3	66			
23	66	81	10,2	238,2	68			
24	69	82	9,9	238,1	69			
25	72	85	10,8	237,6	71			
26	75	81	10,4	239	73			
27	78	83	10,8	243,1	75			
28	81	86	11,1	239,4	77			
29	84	59	7,4	237,1	78			
30	87	63	7,9	243,2	80			
			10,58					

Tabela 7: Šesta meritev; 65w polnilec/navaden kabel usb-a usb-c/hitra polnilna postaja



Graf 6: 65w polnilec/navaden kabel usb-a usb-c/hitra polnilna postaja

Prikazani podatki so pridobljeni z analizo meritev opravljenih na treh polnilcih različne moči (5W, 20W in 65W) in z različnimi priključnimi USB kabli ter hitrimi polnilnimi postajami. Meritve smo opravili z merilnikom porabe električne energije – pametna vtičnica in s pomočjo podatkov, ki jih je bilo mogoče razbrati s telefona (% koliko je napolnjena baterija). S pomočjo pametne vtičnice smo vsake 3 min odčitali kakšen je trenutni tok, napetost in moč, s katero polnilec polni telefon v določenem trenutku. Podatke smo skrbno sprti zapisovali v preglednico. Za nas je bil seveda ključni podatek moč polnjenja. Merili smo polnjenje baterije na iPhone 12 pro, vsakič na istem telefonu. Meriti smo pričeli, ko je bilo stanje baterije na 20% in z meritvami končali, ko se je baterija napolnila na 80%. Za merjenje v tem območju smo se odločili, ker je stanje baterije zaradi starejšega telefona pod 20% procenti zelo nepredvidljivo upadlo, prav tako pa je bilo tudi s polnjenjem. Meritve pa smo opravljali do 80% saj ima telefon vgrajeno programsko zaščito za polnjenje telefona, da se po 80% napolnjenosti ne polni več enako hitro. Električno delo smo izračunali kot produkt povprečne moči in časa po enačbi $A = P * t$.

V našem praktičnem delu smo uporabili original polnilec/kabel Apple 20W, original kabel USB-c Lightning, original kabel Apple USB-c USB-c, Iphone 12, polnilec 65W, polnilec 5W, hitro polnilno postajo, polnilno postajo IKEA Nordmarke, kabel USB-a USB-c.



Slika 22: Original polnilec Apple



Slika 23: Original kabel Apple USB-a Lightning



Slika 24: Original kabel Apple USB-C USB-c



Slika 25: Brezžični polnilnik Ikea NORDMARKE



Slika 26: Apple Iphone 12

Za merjenje porabe električne energije/moči smo uporabili Blow pametno električno vtičnico 3600w.



Slika 27: Blow pametna električna vtičnica 3600W

Pametna električna vtičnica je majhna naprava, nadvse podobna prenosnim adapterjem, ki spremeni vsako običajno luč ali katero koli drugo napravo v pametno napravo, ki jo običajno lahko upravljamo z aplikacijo ali virtualnim pomočnikom. Nekatere lahko spremljajo porabo električne energije in nadzorujejo druge pametne naprave. Najbolj prepoznavna značilnost električnih vtičnic je preprostost, saj jih enostavno priključimo v obstoječo stensko vtičnico. Pametne vtičnice se povežejo z aplikacijo na našem pametnem telefonu prek Wi-Fi ali Bluetooth povezave, kar nam omogoča nadzor nad vsemi priključenimi napravami, pogosto brez potrebe po ločenem pametnem vozlišču.

Dvojna pametna WiFi vtičnica ima **vgrajen vatmeter merilnik**, ki nam je v času raziskovanja olajšala spremljanje porabe energije tekom poizkusa. Z informacijami o napetosti, toku, moči in energiji iz vgrajenega vatmetra smo te podatke prenesli v tabele.

Izbrana pametna vtičnica ima dovoljeno **največjo obremenitvijo 3600 W**. Njena uporaba z aplikacijama **Tuya in Smart Life** je enostavna tako v napravah **Android in iOS**.

Z **neodvisnim nadzorom** nad vsako vtičnic lahko preprosto upravljamo povezane naprave s pritiskom na gumb na vtičnici²⁷.

3.3 ANALIZA REZULTATOV

Polnilec	Original kabel	drugi kabel	IKEA pol. postaja	HITRA pol. postaja	Čas polnjenja od 20% do 80%	Poraba energije
5 W		x			90 min	9,84 Wh
20 W	x				50 min	10,17 Wh
20 W	x		x		102 min	12,19 Wh
20 W	x			x	84 min	15,32 Wh
65 W	x				51 min	10,16 Wh
65 W		x		x	90 min	15,87 Wh

Tabela 8: Preglednica porabe časa za polnjenje telefona in poraba električne energije

Glede na rezultate opravljenih meritev, lahko zaključimo, da najmanj električne energije pri merjenju porabi originalni Apple polnilec, ki ima nazivno moč 5 W. Polnjenje je bilo ves čas, konstantno, moč polnjenja ni pojenjala proti koncu, res pa je, da smo porabili skoraj dvakrat toliko časa, kot pri polnjenju z 20 W originalnim Apple polnilcem. Na prvi pogled bi lahko rekli, da prihaja do znatnih razlik porabe električne energije med različnimi načini polnjenja največja razlika je bila med polnjenjem s 5 W polnilcem in originalnim kablom z direktnim priklopom in polnjenju s 65 W polnilcem, z uporabo neoriginalnega kabla in hitre polnilne postaje, pri tem, da je bil čas polnjenja od 20%

²⁷ Vir: povzeto po <https://www.merkur.si/pametna-wifi-elektricna-vticnica-blow-3600w-16a-aplikacija-android-ios-bela>

do 80% napolnjenosti baterije, enak. Razlika v porabi energije med tema dvema načinoma polnjenja je bila 38% odstotkov, kar se zdi kar veliko, ko pa to preračunamo v €, pa je znesek, ki ga dobimo zanemarljiv.

4 DISKUSIJA

Ko gre za polnilce za hitro polnjenje telefona, je telefon tisti, ki odloča o hitrosti polnjenja – ne polnilnik, kar je razvidno iz podatkov, ki smo jih pridobili. Iz preglednic in grafov je razvidno, da polnita originalni 20 W polnilec in GaN 65 W polnilec, tako pri direktnem priklopu telefona na polnilec preko kabla, kot pri polnjenju preko hitre polnilne postaje enako hitro in enako učinkovito, kar se tiče porabe energije. Nekoliko večja poraba energije (0,55 Wh) in 6 minut daljši čas polnjenja je posledica izbire slabšega kabla pri polnjenju s 65 W GaN polnilcem.

Opaziti je, da oba polnilca za hitro polnjenje, pri direktnem priklopu telefona z originalnim kablom (USB-C na lightning), telefon napolnita v prektično enakem času in pri tem porabita enako količino električne energije. Po čemer lahko sklepamo, da investicija v močnejši polnilec brezpredmetna. Tudi v teoretičnih izhodiščih smo zapisali, da je polnjenje telefona programsko omejeno tudi na strani telefona in s tem je telefon in posledično baterija zaščiten pred poškodbami in pretirano izrabo materiala.

Meritve so pokazale, da pri hitrem polnjenju hitrost polnjenja ni konstantna. Pri uporabi obeh hitrih polnilcev smo ugotovili, da se je tekom polnjenja hitrost polnjenja začela zmanjševati. Običajno smo čez oznako 40 % napolnjenosti opažali zmanjšanje hitrosti polnjenja. Pri približno 80 % polnosti pa naj bi glede na raziskave iPhone kot tudi Androidi preklopili s hitrega polnjenja na običajno polnjenje, česar pa v tej raziskovalni nalogi nismo preverjali. To ni napaka ali težava s samim telefonom ali polnilnikom, ampak običajna nastavitvev, ki so jo konfigurirali proizvajalci za zaščito življenjske dobe baterije. Za daljšo življenjsko dobo baterije je najbolje, da je raven baterije telefona ohranjamo med 20-80 % napolnjenosti.

Ne glede na to, kateri polnilnik s kakšno močjo smo uporabljali, je jasno, da smo lahko polnili le z močjo, ki jo je dopuščal naš telefon seveda ob njegovi kompatibilnosti s samim polnilcem, kvaliteto kabla in same baterije. Sam polnilec 65 W nam torej ni

omogočil polnjenje telefona z močjo 65 W, kot bi lahko sklepali oz. kot je oglaševano, saj naš izbrani telefon polnjenja s takšno močjo ne dopušča.

Naš telefon se je tako polnil z enako oziroma primerljivo hitrostjo pri polnilniku s 65 W močjo in kablom, ki omogoča hitro polnjenje, in original polnilniku z močjo 20 W in original kablom, kar pomeni, da smo potrdili naša teoretična izhodišča, da telefon lahko porabi toliko moči, kolikor jo dejansko lahko sprejme. Telefon z močjo 20 W lahko porabi do 20 W, ne glede na to, na kakšen polnilnik je priključen. Nedvomno pa se bo takšen telefon polnil hitreje s polnilnikom 65 W kot s polnilnikom 5 W ali 12 W. Prav tako je razlika v navadnem polnilniku in hitrem polnilniku iste moči. Hitreje se bo telefon napolnil pri hitrem polnilniku.

5 W Applov polnilec s kablom drugega proizvajalca, je telefon napolnil v 90 min, torej 45% počasneje, kot 20 W Applov polnilec, polnjenje je bilo praktično ves čas konstantno, z zanemarljivimi odstopanji, pri tem pa je bila poraba energije od vseh meritev najmanjša. V primerjavi z 20 W hitrim originalnim polnilcem je bila poraba manjša za 4%. Na letni ravni bi po trenutnih cenah električne energije prihranek znašal 0,03 €.

Strošek porabe električne energije (upoštevata se cena enega kWh na dan 20.2.2024 - enotna tarifa - povzeto po cenu gen-i, veljavnega z dne 1.1.2024)								
enotna tarifa (eur/kWh):		brez DDV	z DDV	enačba za pretvorbo Wh v kWh				
		0,1539	0,18776	poraba el.en.(Wh)/1000 (kWh/Wh)= poraba el.en. (kWh)				
POLNILEC		čas (t)	pov.moč (W)	poraba el.ener (Wh)		letni strošek po cenu (EUR/kWh)		
				na dan	na leto	brez DDV	z DDV	
5W		1,50 h	6,56 W	9,84 Wh	3591,60 Wh	0,55 EUR	0,67 EUR	
20W		0,83 h	12,2 W	10,17 Wh	3712,05 Wh	0,57 EUR	0,69 EUR	
20W		1,70 h	7,17 W	12,19 Wh	4.449,35 Wh	0,68 EUR	0,83 EUR	
20W		1,40 h	10,94 W	15,32 Wh	5591,80 Wh	0,86 EUR	1,04 EUR	
65W		0,85 h	11,95 W	10,16 Wh	3708,40 Wh	0,56 EUR	0,69 EUR	
65W		1,50 h	10,58 W	15,87 Wh	5792,55 Wh	0,89 EUR	1,08 EUR	

Tabela 9: strošek el.energije/polnjenje 1x na dan/enotna tarifa/letni obračun

5 Potrjevanje hipotez

1. *Večja kot je moč polnilnika, več energije bomo porabili za polnjenje mobilnega telefona.*

To hipotezo lahko ovržemo. Glede na dobljene rezultate, lahko rečemo, da je pri uporabi različnih polnilcev (po moči) razlika v porabi električne energije zanemarljivo majhna. Naš cilj je bil preveriti kateri način polnjenja mobilnega telefona bo najcenejši, prišli pa smo do ugotovitve, da je cena polnjenja telefona na letni ravni tako majhna, da so razlike med različnimi polnilci znatne in pomembne samo pri hitrosti polnjenja.

2. *Pri uporabi originalnega kabla, bo poraba energije za polnjenje telefona manjša.*

Opazili smo, da se pri uporabi manj kakovostnih kablov podaljša čas polnjenja telefona, hkrati pa se zmanjša tudi moč polnjenja - to je seveda eno z drugim tesno povezano. Nikakor pa se poraba energije znatno ne poveča. To hipotezo torej tudi lahko ovržemo.

3. *Polnjenje telefona z brezžičnim polnilnikom bo 2x dražje od polnjenja telefona s priklopom na kabel.*

Če iz podatkov primerjamo polnjenje telefona s hitro brezžično postajo in polnjenje s priklopom na kabel, je razlika v porabi energije 44%, s čimer lahko ovržemo našo hipotezo, smo pa dokazali, da uporaba hitrih brezžičnih postaj podraži polnjenje telefona. Če pogledamo povprečno letno porabo električne energije nekega gospodinjstva in jo primerjamo z vrednostjo, za katero se spremeni poraba pri polnjenju mobilnega telefona, ko uporabljamo hitro brezžično postajo, popolnoma zanemarljiva. Eden ključnih momentov, da smo se odločili za izdelavo te raziskovalne naloge, je bila prav skrb, da lahko z uporabo neprimerne opreme za polnjenje mobilnega telefona znatno prispevamo k porabi električne energije v gospodinjstvu, zato smo kljub temu, da smo tudi to hipotezo ovrgli, z rezultatom izjemno zadovoljni.

4. *Pri polnjenju telefona z uporabo originalnega polnilca in originalnega kabla, bo poraba energije, pri polnjenju z direktnim priklopom, najmanjša.*

To hipotezo lahko potrdimo, saj lahko iz meritev razberemo, da je bila poraba električne energije najmanjša ravno pri uporabi originalnega 5 W polnilca v kombinaciji z originalnim kablom. Če pa bi kot kriterij želeli določiti tudi hitrost polnjenja, pa je prav tako kombinacija 20 W originalnega polnilca z originalnim kablom telefon napolnila v najkrajšem času.

Po pregledu rezultatov in ciljev, ki smo si jih pri tej raziskovalni nalogi zadali, lahko z zadovoljstvom ugotovimo, da polnjenje telefona, ne glede na to, kateri način bomo izbrali ne more znatno spremeniti porabe energije v našem gospodinjstvu. To je bilo eno ključnih vprašanj, ki je v nas vzbudilo radovednost in nas gnalo k izdelavi te raziskovalne naloge. V kolikor se želimo osredotočiti na varčevanje, pa glede na dobljene rezultate lahko prav tako trdimo, da bomo še največ privarčevali, če bomo za polnjenje svojih mobilnih telefonov izbrali polnilce in kable, ki so cenovno ugodni. Pri tem pa lahko še vedno iščemo takšne, ki nam bodo omogočili hitro polnjenje, in bodo cenovno ugodni, saj največkrat to lahko odigra ključno vlogo pri uporabniški izkušnji. Seveda ne gre spregledati splošno znanega dejstva, da originalne komponente nikoli niso bile cenovno ugodne, žal pa tudi močnejši polnilniki (v našem primeru 65 W) ne predstavljajo ugodnejše možnosti. Ob upoštevanju zanemarljivega stroška električne energije na letni bazi je tako najugodnejše polnjenje še vedno polnjenje z originalnim polnilcem/kablom, ki ga prejmemo ob samem telefonu oziroma, če temu ni tako, kupimo ugodno na spletu.

Cene uporabljenih komponent	Cena (eur)
Original polnilec/kabel moč 20w	29,99 eur (iStyle)
Polnilec moč 5w	4,76 eur (Chameleon)
Polnilec moč 65w	44,39 eur (mimovrste)
Hitra polnilna postaja	12 eur (Aliexpress)
Hitra polnilna postaja Ikea	9,99 eur (Ikea)
USB-a USB-c kabel	1,5 eur (Aliexpress)
USB-c USB-c kabel	1,5 eur (Aliexpress)
USB-c Lightning kabel Apple	24,90 eur (Outlet Shop)
Pametna vtičnica	19,99 eur (Merkur)

Tabela 10: Cene uporabljenih komponent v postopku merjenja

6 ZAKLJUČEK

Sodobni čas in energetske krize, o katerih veliko poslušamo po poročilih vsak dan, nas dnevno spodbujajo k temu, da na vsakem koraku razmišljamo o tem, kako bi lahko kje privarčevali s sredstvi in energijo, ki jo vsakodnevno po nepotrebem porabimo. Ta dejstva so nas spodbudila k razmišljanju o tem, ali lahko sodobni (brezžični) sistemi polnjenja, ki nam sicer nudijo dodatno stopnjo udobja, negativno vplivajo na porabo električne energije v našem gospodinjstvu. Kakor bi najbrž še marsikdo, smo tudi mi doma našli kar nekaj različnih polnilcev in kablov, s katerimi lahko napolnimo naše mobilne naprave. Porajala se nam je ideja, da bi z nekaj meritvami skušali ugotoviti ali lahko izbira prave kombinacije polnilca in kabla ugodno vplivala na družinski finančni proračun. Ko smo napravili analizo meritev, smo ugotovili, da obstajajo znatne razlike v porabi električne energije med različnimi možnostmi polnjenja, a ko smo to pretvorili v strošek na letni ravni, smo ugotovili, da bomo večji finančni učinek dosegli pri smotni nabavi pripomočkov za polnjenje, samo polnjenje pa ne bo prispevalo k varčevanju, toliko, da se to poznalo na naši denarnici. Vsaka meritev nam je vzela kar precej časa in potrpežljivosti, dodatno pa smo morali biti pozorni, da smo telefon ravno prav energetsko izčrpali, da smo lahko opravili vsakič enake meritve. Ob analizi rezultatov smo ugotovili, da bi lahko bili pri opravljanju meritev nekoliko manj neučakani. Nekoliko preveč smo se namreč zaletavali pri izbiri kombinacije polnilcev in kablov in pri tem včasih nekoliko izgubili rdečo nit. Analiza je namreč pokazala, da bi za res dosledne rezultate morali opraviti še kar nekaj meritev, da bi zajeli res vse kombinacije polnilcev in kablov. Prav tako smo se ob tem zanašali na to, da imamo doma dovolj raznovrstne pripomočke za polnjenje, da bomo lahko izvedli neko verodostojno raziskavo, po drugi strani pa se zelo dobro zavedamo, da obstaja še veliko drugih polnilcev in kablov, ki imajo drugačne karakteristike, kot ti, ki smo jih uporabili. Glede na končne rezultate smo s svojo raziskavo kljub vsemu zadovoljni – finančni učinki so bili zanemarljivi. Bi bilo pa smiselno, v luči iskanja ekonomične kombinacije polnilca in kabla za polnjenje telefona, več časa nameniti raziskavi cen različnih polnilcev in kablov, saj smo na koncu ugotovili, da lahko tu ravno največ prihranimo. Tekom raziskovanja smo se naučili kar nekaj o polnjenju telefonov, spoznali kako zelo različni so lahko polnilci, kljub temu, da so si te majhne škatlice na zunaj zelo podobne, ali pa se razlikujejo za laika predvsem pa podlagi estetskega vidika. Zagotovo smo z rezultati naloge zadovoljni, saj smo lahko pomirjeni, da nam nove tehnologije (brezžično polnjenje), ki

so precej bolj udobne, kot stare (polnjenje s priklopom na kabel) ne bodo finančno zagrenile življenja.

7 VIRI VSEBINE

7.1 SPLETNE STRANI:

1. <https://techweez.com/2017/06/01/charging-time-evolution-mobile-charging/>
2. <https://en.wikipedia.org>
3. <https://www.quora.com/What-is-the-mobile-charger-made-up-of>
4. <https://www.instructables.com/Solar-Powered-Cell-Phone-Charger-Circuit>
5. <https://mobilebeat.com.au>
6. <https://www.researchgate.net>
7. <https://www.anker.com/blogs/chargers/top-6-different-phone-charger-types-all-you-need-to-know>
8. <https://weknowhow.tech/2023/04/28/charger-without-secrets-facts-and-myths-about-chargers/>
9. <https://www.yamanelectronics.com/usb-cable-testing>
10. http://batteryuniversity.com/learn/article/charging_lithium_ion_batteries
11. <https://sites.lafayette.edu/che324-sp17/2017/03/11/smartcharger/>
12. <https://istyle.si/apple-usb-c-charge-cable-1-m-eol.html>
13. <https://gen-i.si/dom/elektricna-energija/ceniki-in-akcije/redni-cenik-elektricne-energije-za-gospodinjske-odjemalce>
14. <https://eloutput.com/sl/proizvodnjo/pripomo%C4%8Dke/hitro-polnjenje-iphone-ipad-polnilniki-zdru%C5%BEIjivi-kabli>
15. <https://support.apple.com/sl-si/guide/iphone/iph8c1e31583/ios>
16. <https://www.merkur.si/pametna-wifi-elektricna-vticnica-blow-3600w-16a-aplikacija-android-ios-bela>
17. https://www.reddit.com/r/techsupport/comments/18asn3y/is_it_safe_to_charge_an_iphone_with_a_100w_gan

8 VIRI SLIK, FOTOGRAFIJ IN TABEL

8.1 SPLETNE STRANI

1. <https://www.pinterest.com>
2. <https://www.amazon.com/Nokia-Charger-Cable-Small-Charging>
3. <https://www.ebay.co.uk>
4. <https://www.wired.com/gallery/best-portable-chargers-power-banks/>
5. <https://www.cnet.com/tech/mobile/best-wireless-charger/>
6. <https://www.goodhousekeeping.com/home-products/g27322216/best-solar-phone-chargers/>
7. <https://www.mimovrste.com/avto-polnilniki/kaku-car-charger-avto-polnilec>
8. <https://www.novisign.com/blog/solutions/everything-about-cellphone-charging-kiosks>
9. <https://techweez.com/2017/06/01/charging-time-evolution-mobile-charging>
10. <https://www.yamanelectronics.com/usb-cable-testing>
11. <https://istyle.si/apple-usb-c-charge-cable-1-m-eol.html>

IZJAVA*

Mentor Uroš KALAR v skladu z 20. členom Pravilnika o organizaciji mladinske raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje, zagotavljam, da je v raziskovalni nalogi z naslovom PORABA ENERGIJE PRI POLNJENJU MOBILNEGA TELEFONA, katere avtorica je/so Luka Rašić, Miha Vodeb Ravnjak in Filip Lupšina:

- besedilo v tiskani in elektronski obliki istovetno,
- pri raziskovanju uporabljeno gradivo navedeno v seznamu uporabljene literature,
- da je za objavo fotografij v nalogi pridobljeno avtorjevo dovoljenje in je hranjeno v šolskem arhivu,
- da sme Osrednja knjižnica Celje objaviti raziskovalno nalogo v polnem besedilu na knjižničnih portalih z navedbo, da je raziskovalna naloga nastala v okviru projekta Mladi za Celje,
- da je raziskovalno nalogo dovoljeno uporabiti za izobraževalne in raziskovalne namene s povzemanjem misli, idej, konceptov oziroma besedil iz naloge ob upoštevanju avtorstva in korektnem citiranju,
- da smo seznanjeni z razpisni pogoji projekta Mladi za Celje.

Celje, 5. 4. 2024



Podpis mentorja

Podpis odgovorne osebe

*

POJASNILO

V skladu z 20. členom Pravilnika raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje je potrebno podpisano izjavo mentorja (-ice) in odgovorne osebe šole vključiti v izvod za knjižnico, dovoljenje za objavo avtorja (-ice) fotografskega gradiva, katerega ni avtor (-ica) raziskovalne naloge, pa hrani šola v svojem arhivu.