

OSNOVNA ŠOLA  
MIHE PINTARJA TOLEDA  
Kidričeva 21, 3320 Velenje

MLADI RAZISKOVALCI ZA RAZVOJ ŠALEŠKE DOLINE

RAZISKOVALNA NALOGA

**VPLIV TEMPERATURE NA TRAJANJE NAPOLNJENOSTI  
BATERIJE**

Tematsko področje: TEHNIKA ALI TEHNOLOGIJA

Avtorica:  
Ema Ketiš, 9. razred

Mentorja:  
Dragica Slatinšek, pred. uč. fiz. in mat.

Boštjan Ketiš, prof. fiz. in mat.

Velenje, 2021

Raziskovalna naloga je bila opravljena na Osnovni šoli Mihe Pintarja Toleda, Velenje.

Mentorja: Dragica Slatinšek, predmetni učitelj fizike in matematike  
Boštjan Ketiš, profesor fizike in matematike

Datum predstavitve:

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD OŠ Mihe Pintarja Toleda, 2020/2021  
KG mobil/baterija/temperatura  
AV KETIŠ, Ema  
SA SLATINŠEK, Dragica/ KETIŠ, Boštjan  
KZ 3320, Velenje, SLO, Kidričeva 21  
ZA OŠ Mihe Pintarja Toleda Velenje  
LI 2021  
IN **VPLIV TEMPERATURE NA TRAJANJE NAPOLNJENOSTI BATERIJE**  
TD Raziskovalna naloga  
OP VII, 23 strani, 2 grafa, 1 tabela, 18 slik, 14 referenc, 1 priloga,  
IJ SI  
JI sl/en

AI V YouTube videu 'Moje misli na sejmu znanosti' sem zasledila zelo dobro idejo za raziskovalno nalogo, ki jo je sicer James že naredil v šoli. Ta poskus me je zelo navdušil, zato sem se odločila, da bom naredila raziskovalno nalogo, s katero bom preverila odvisnost trajanja baterije pametnega telefona v odvisnosti od različnih temperatur. Namen moje raziskave je bil preveriti, kako vpliva temperatura na čas trajanja napolnjenosti baterije pametnega telefona. Uporabila sem eksperimentalno metodo. Da bi poskus lahko izvedla, sem morala določiti, kako bom merila čas trajanja baterije oz. odstotek napolnjene baterije. Baterijo telefona sem napolnila na 100 %, jo postavila v različna temperaturna okolja in vsaki dve uri odčitavala odstotek napolnjenosti baterije. Baterijo sem opazovala osem ur. V vsakem temperaturnem okolju sem trajanje baterije izmerila trikrat. Baterija pametnega telefona se je pri višjih temperaturah počasneje praznila. V zamrzovalniku baterija ni zdržala več kot štiri ure. Napolnjenost baterije je namreč hitro padla s 70 % po dveh urah na 0 % po šestih urah. Razvidno je tudi, da se je baterija v hladilniku hitreje praznila kot pri višjih temperaturah. Pri 20, 30 in 40 °C se je baterija podobno hitro praznila, vendar se vseeno vidi, da se je pri višjih temperaturah praznila počasneje. Baterija pametnega telefona se počasneje prazni, čim višja je temperatura. To velja za temperature do 40 °C. Uporabnikom pametnih telefonov, ki v bližini nimajo polnilca, baterija pa se jim prazni, svetujem, da telefon postavijo v toplejše okolje in s tem podaljšajo trajanje baterije.

## KEY WORDS DOCUMENTATION

ND OŠ Mihe Pintarja Toleda, 2020/2021  
CX cell phone /battery/ temperature/  
AU KETIŠ, Ema  
AA SLATINŠEK, Dragice/ KETIŠ, Boštjan  
PP 3320, Velenje, SLO, 21 Kidričeva  
PB OŠ Mihe Pintarja Toleda Velenje  
PY 2021  
TI **HOW TEMPERATURE AFFECTS BATTERY'S LIFE**  
DT Research work  
NO VII, 23 pages, 2 graphs, 1 table, 18 pictures, 14 references, 1 appendix  
LA SL  
AL sl/en

AB In the YouTube video 'My Thoughts at the Science Fair' I came across a very good idea for a research assignment that James had already done in school. I was very impressed with this experiment, so I decided to do a research assignment to check the dependence of the smartphone battery life on different temperatures. The purpose of my research was to examine how temperature affects smartphone battery life. I used the experimental method. In order to perform the experiment, I had to determine how I would measure the battery life or percentage of the charged battery. I charged the phone battery to 100%, placed the battery in different temperature environments and read the percentage of the charged battery every two hours. I observed the battery for eight hours. I measured the battery life three times in each temperature environment. The smartphone battery drains more slowly at higher temperatures. The battery did not last more than four hours in the freezer. Namely, the battery charge dropped rapidly from 70% after two hours to 0% after six hours. It has been evident that the battery in the refrigerator discharged faster than at higher temperatures. At 20, 30 and 40 ° C, the battery discharged similarly quickly, but it is noticeable that it discharged more slowly at higher temperatures. The slower the battery, the higher the temperature. This applies to temperatures up to 40 ° C. To users of smartphones who do not have a charger nearby and their battery is running low, I advise, to place the phone in a warmer environment and thus extend the battery life.

## KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	III
KEY WORDS DOCUMENTATION .....	IV
KAZALO VSEBINE .....	V
KAZALO GRAFOV, TABEL IN PRILOG .....	VI
KAZALO SLIK .....	VII
1. UVOD .....	1
1.1 Zakaj raziskovalna naloga? .....	1
1.2 Namen .....	1
1.3 Cilj raziskave.....	1
1.4 Hipoteza .....	1
2 PREGLED OBJAV .....	2
2.1 Baterije .....	2
2.1.1 Zgradba baterije.....	2
2.1.2 Delovanje baterije .....	3
2.1.3 Tipi baterij .....	4
2.1.4 Litij-ionske baterije .....	7
2.2 Vpliv temperature na baterije.....	8
2.3 Telefon .....	9
2.3.1 Zgodovina telefonov .....	9
2.3.2 Princip delovanja.....	9
2.4 Originalni poskus .....	10
3 METODE .....	11
3.1 Priprava telefona .....	11
3.2 Poskus .....	12
4 REZULTATI.....	17
5 RAZPRAVA .....	19
6 ZAKLJUČEK.....	20
7 POVZETEK .....	21
8 SUMMARY .....	22
9 VIRI IN LITERATURA .....	23

## **KAZALO GRAFOV, TABEL IN PRILOG**

### **Kazalo grafov**

Graf 1: Napetost baterije pri praznjenju je odvisna od temperature. (2) .....	8
Graf 2: Povprečni odstotki v odvisnosti s časom. ....	18

### **Kazalo tabel**

Tabela 1: Povprečni odstotki napolnjenosti baterije pametnega telefona v različnih temperaturnih okoljih, v odvisnosti od časa .....	18
--	----

### **Kazalo prilog**

Priloga 1: Rezultati meritev. ....	2
------------------------------------	---

## KAZALO SLIK

### Kazalo slik

Slika 1: Galvanski člen. (3) .....	2
Slika 2: Zgradba navadne baterije. (4).....	3
Slika 3: Daniellov galvanski člen. (5) .....	3
Slika 4: Cink-karbonske baterije. (6).....	4
Slika 5: Alkalna baterija. (7) .....	5
Slika 6: Svinčeni akumulator. (8).....	5
Slika 7: Nikelj-kadmijev akumulator. (9).....	6
Slika 8: Nikelj-metal hidrid baterija. (10) .....	6
Slika 9: Litij-ionska baterija. (11) .....	7
Slika 10: Razstavljen telefon. (fotografija E. Ketiš).....	11
Slika 11: Telefon z baterijo, povezano z žicami (baterija je v vrečki). (fotografija E. Ketiš) .....	12
Slika 12: Telefon v zamrzovalniku. (fotografija E. Ketiš) .....	13
Slika 13: Telefon v hladilniku. (fotografija E. Ketiš).....	14
Slika 14: Telefon v kuhalniku na 30 °C. (fotografija E. Ketiš).....	15
Slika 15: Telefon v kuhalniku 40 °C. (fotografija E. Ketiš).....	16
Slika 16: Telefon v kuhalniku 20 °C. (fotografija E. Ketiš).....	17

## **1. UVOD**

### **1.1 Zakaj raziskovalna naloga?**

V YouTube videu 'Moje misli na sejmu znanosti' (My Thoughts on the Science Fair) sem zasledila zelo dobro idejo za raziskovalno nalogo, ki jo je sicer James (moški, ki je naredil video) že naredil v šoli. V svojem poskusu je dal dve bateriji pametnega telefona v zamrzovalnik, dve pa na sonce in nato preveril, kateri bateriji sta zdržali dlje med igranjem igrice. Ta poskus me je zelo navdušil, zato sem se odločila, da bom naredila raziskovalno nalogo, s katero bom preverila odvisnost časa trajanja napolnjenosti baterije pametnega telefona v odvisnosti od različnih temperatur. (1) Na trajanje napolnjenosti baterije poleg temperature vpliva tudi njena obremenjenost, starost in tip baterije, vendar sem se odločila, da bom raziskala samo vpliv temperature.

### **1.2 Namen**

Namen moje raziskave je bil preveriti, kako vpliva temperatura na čas trajanja napolnjenosti baterije pametnega telefona.

### **1.3 Cilj raziskave**

Pri raziskovalni nalogi sem si zastavila naslednji cilj:

1. Ugotoviti, pri katerih temperaturah bo baterija pametnega telefona zdržala najdaljši in najkrajši čas.

### **1.4 Hipoteza**

Hipoteza, ki sem jo preverjala, je bila:

1. Pametni telefon bo delal dalj časa, ko bo njegova baterija izpostavljena višjim temperaturam.



## 2 PREGLED OBJAV

### 2.1 Baterije

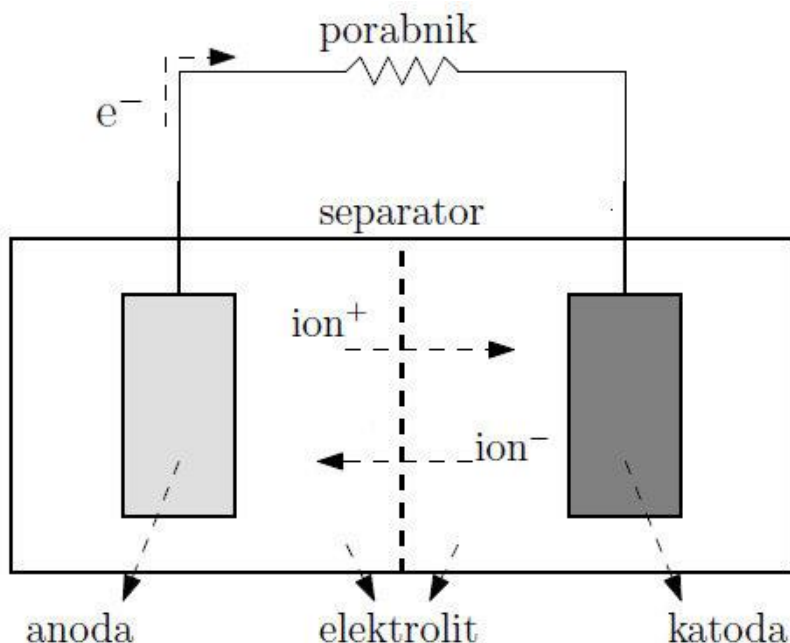
Baterije so ključni del prenosnih elektronskih naprav in že dolgo časa jih srečujemo praktično na vsakem koraku. Brez baterije ali drugega prenosnega vira električne energije si težko predstavljamo današnjo družbo, saj se naprave, ki za delovanje potrebujejo vir napetosti, razvijajo v smeri vedno večje prenosljivosti. Tu ne gre le za zabavno elektroniko, telekomunikacijske naprave, ipd., ampak tudi za življenjsko pomembne naprave, za naprave, ki jih zaradi okoliščin ne moremo priključiti na električno omrežje in nenazadnje vse več tudi za prevozna sredstva. (2)

#### 2.1.1 Zgradba baterije

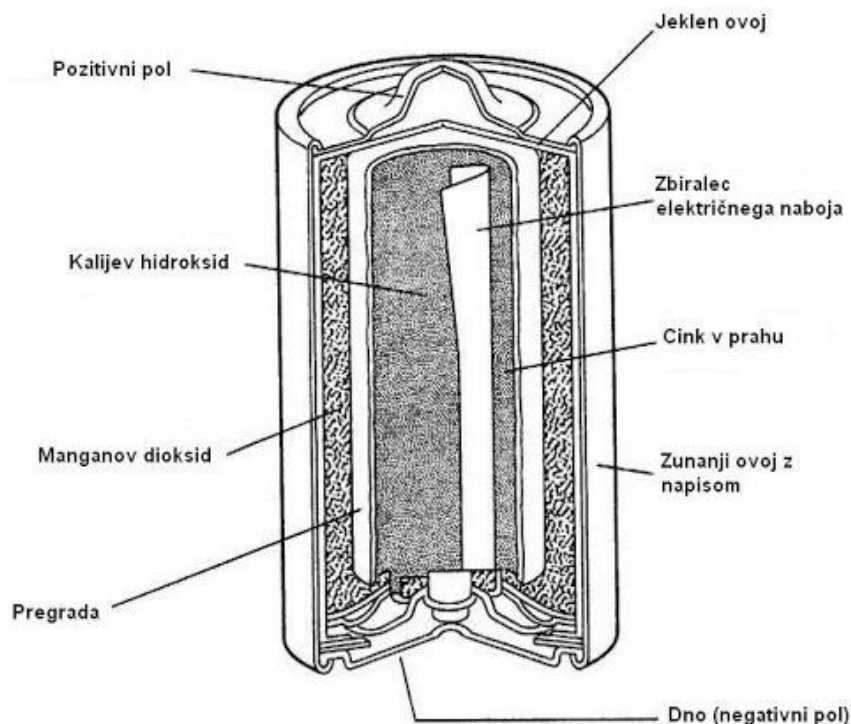
Baterija je naprava, ki shranjuje kemično energijo v aktivnih materialih ter jo direktno pretvori v električno z elektrokemično reakcijo. Pri bateriji, ki se jo da ponovno napolniti, ta proces poteka v obratnem smislu. Baterija je sestavljena iz elektrokemijske celice, ki so vezane v galvanske člene. Teh je v bateriji običajno več in so vezani zaporedno ali vzporedno. Shemo tipičnega galvanskega člana predstavlja Slika 1, shemo tipične valjne baterije pa Slika 2.

Galvanski člen je v osnovi sestavljen iz treh delov:

1. Anoda ali negativna elektroda odda elektron zunanjemu vezju, zato na njej poteka oksidacija.
2. Katoda ali pozitivna elektroda sprejme elektron iz zunanjega vezja, zato na njej poteka redukcija.
3. Elektrolit oz. ionski prevodnik deluje kot medij za prenos naboja med katodo in anodo.



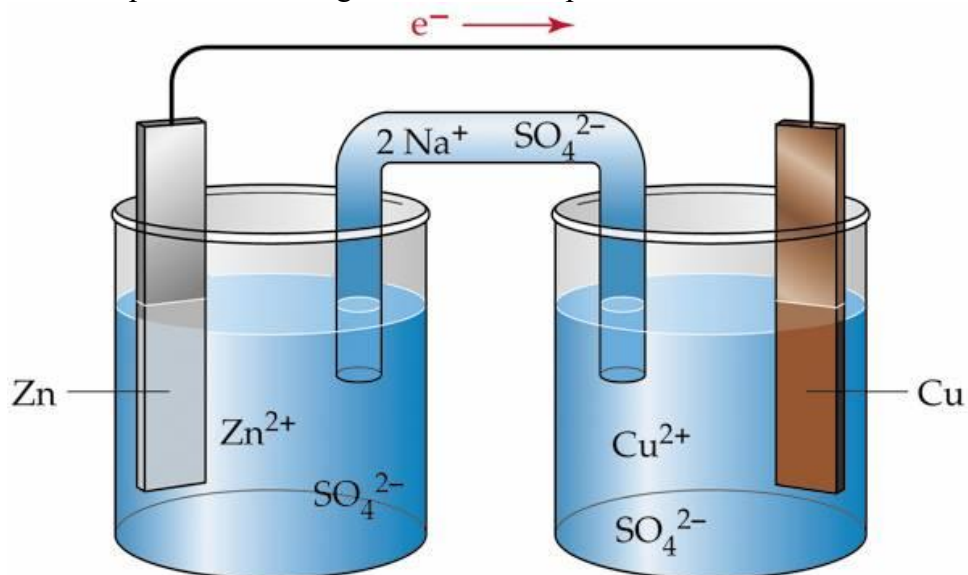
Slika 1: Galvanski člen. (3)



Slika 2: Zgradba navadne baterije. (4)

### 2.1.2 Delovanje baterije

Na galvanskem členu potekajo reakcije med katodo in anodo. Princip delovanja galvanskega členu si najlažje ogledamo na primeru Daniellove baterije, katere shemo prikazuje Slika 3. Košček cinka potopimo v vodno raztopino cinkovega (II) sulfata, košček bakra pa v vodno raztopino bakrovega (II) sulfata. Obe raztopini ločimo s porozno pregrado oziroma separatorjem, ki omogoča pretok ionov in preprečuje mešanje elektrolitov. Separator poskrbi tudi za to, da sta elektrodi žično ločeni, s čimer preprečimo kratke stike. Ko povežemo obe elektrodi preko električnega vodnika, steče po vodniku tok elektronov.



Slika 3: Daniellov galvanski člen. (5)

### 2.1.3 Tipi baterij

Baterije delimo na primarne in sekundarne. Primarne baterije so tiste, ki se jih ne da ponovno napolniti in jih zavržemo po izteku življenjske dobe. Če elektrolit ni v tekoči obliki, govorimo o suhih baterijah ("dry cells"). Navadno visoko energijsko gostoto oz. kapaciteto imajo primarne baterije, se počasneje izpraznijo, so enostavne za uporabo in niso pretirano drage. V določenih primarnih baterijah se lahko po izteku življenjske dobe zamenja izpraznjeno elektrodo in se jo uporablja naprej. Sekundarne baterije so tiste, ki se jih da ponovno napolniti. Imenujemo jih tudi akumulatorji. V primeru uporabe energijsko potratnih naprav so sekundarne baterije cenejša in okolju prijaznejša izbira. Uporablja se jih tudi tam, kjer menjavanje baterij ni možno ali pa je menjavanje drago ter zamudno. Njihova energijska gostota navadno ni tako visoka kot pri primarnih baterijah, vendar se v zadnjih letih izboljšuje. Znane so tudi tako imenovane rezervne baterije. Te imajo neko komponento izolirano od ostalih in jo aktiviramo, preden baterijo uporabimo. Tako poskrbimo, da se baterija ne more izprazniti sama in je primerna v okoljih, kjer jo lahko uporabimo tudi po dolgotrajnem skladiščenju. Različne primarne in sekundarne baterije imajo seveda različne karakteristike in se uporabljajo za različne namene, odvisno od potreb. (2)

Med primarnimi baterijami so najpogostejše:

- Cink-karbonska (znana tudi kot Leclanchejeva baterija) – Slika 4
- Alkalna baterija – Slika 5



Slika 4: Cink-karbonske baterije. (6)



Slika 5: Alkalna baterija. (7)

Med sekundarnimi baterijami so najpogostejše:

- Svinčena - Slika 6
- Nikelj-kadmijeva - Slika 7
- Nikelj-metal hidrid - Slika 8
- Litij-ionska - Slika 9



Slika 6: Svinčeni akumulator. (8)



Slika 7: Nikelj-kadmijev akumulator. (9)



Slika 8: Nikelj-metal hidrid baterija. (10)



Slika 9: Litij-ionska baterija. (11)

#### 2.1.4 Litij-ionske baterije

Li-ion baterije predstavljajo velik napredek v razvoju baterij. Gre za tip polnilnih baterij, pri katerih se ioni premikajo od negativne elektrode k pozitivni med praznjenjem in obratno pri polnjenju. Polnilne litijeve baterije uporabljajo litij z manjšim nanosom v elektrodah, v nasprotju z ne-polnilnimi litijevimi baterijami, ki uporabljajo kovinski (metalni) litij.

Litij je ena najlažjih kovin, zato imajo litijeve baterije majhno težo. Ena največjih prednosti Li-ion baterij je zelo visoka vsebnost energije. Izredno dobro shranjujejo električno energijo, saj ima vsaka celica trikratno napetost v primerjavi z ostalimi tipi baterij.

Glede na sestavo (kobalt, mangan ali fosfat) so Li-ionske baterije razdeljene v 3 večje skupine:

- $\text{LiCoO}_2$  - Litij - kobalt baterije
- $\text{LiMn}_2\text{O}_4$  - Litij - manganova baterije
- $\text{LiFePO}_4$  - Litij - fosfatne baterije

##### **Prednosti:**

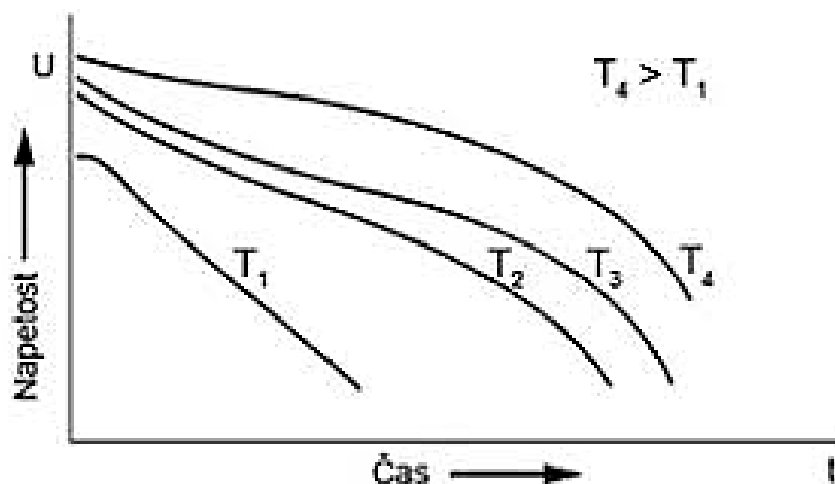
- visoka gostota energije z možnostjo izboljšanja
- za posebne namene narejene celice so sposobne zagotoviti visok električni tok
- ne zahtevajo posebnega (daljšega) prvega polnjenja
- ne zahtevajo vzdrževanja in skrbi za pravilne cikle polnjenja in praznjenja
- sorazmerno mala izguba shranjene energije, ko baterije niso v uporabi
- komponente so ekološko bistveno bolj neoporečne (ni težkih kovin)

### Slabosti:

- potrebna je elektronika, ki vzdržuje električni tok in napetost v predpisanih varnih mejah
- draga izdelava
- baterije so podvržene staranju, tudi ko niso v uporabi
- pri vsakem polnjenju se zaradi spreminjanja notranje oblike kapaciteta celic nekoliko zmanjša. Poveča se tudi notranja upornost celic in posledično zmanjša tokovna zmogljivost celic. Ta težava je bolj občutna pri aplikacijah, ki potrebujejo večji tok
- polnjenje pri visokih temperaturah skrajšuje življenjsko dobo celic (zmanjšanje kapacitete)
- pri nepravilni uporabi celic lahko pride do eksplozije (14)

## 2.2 Vpliv temperature na baterije

Graf 1 prikazuje, kako je napetost baterije pri praznjenju odvisna od temperature.  $T_4$  označuje sobno temperaturo. Če temperaturo nižamo proti  $T_1$ , se baterija hitreje izprazni zaradi večje ionske upornosti elektrolita (2).



Graf 1: Napetost baterije pri praznjenju je odvisna od temperature. (2)

Baterija bo imela daljšo življenjsko dobo, če jo uporabljamo pri čim bolj enakomerni moči ter pri enaki uporabi porabnika (torej da ne menjamo bremena). Na življenjsko dobo baterije vpliva tudi temperatura. Najboljši izkoristek dosežemo pri uporabi baterij med 20 °C in 40 °C. Pri visokih temperaturah se hitrost kemijskih procesov poveča in lahko pride do samozpraznitve, pri nižjih temperaturah pa se poveča predvsem ionska upornost, kar med uporabo zmanjša izkoristek. Ko baterije ne uporabljamo, jo je seveda priporočljivo shranjevati pri nizkih temperaturah, predvsem zaradi manjše kemijske aktivnosti, vendar jo je pred uporabo treba segreti nazaj na sobno temperaturo. (2)

Tudi način praznjenja vpliva na življenjsko dobo baterije. Če namreč baterijo uporabljamo nekaj časa ter potem nekaj časa ne, bo njena življenjska doba daljša kot pri kontinuiranem praznjenju.

## 2.3 Telefon

Telefon je telekomunikacijska naprava za sprejem in oddajo zvoka na veliko razdaljo. Telefon potrebuje omrežje, ki poveže dva uporabnika, da komunicirata v istem omrežju. Mobilni telefon je elektronska telekomunikacijska naprava z osnovnimi zmožnostmi, enakimi običajnemu stacionarnemu telefonu, poleg tega pa je popolnoma prenosna in ne potrebuje žične povezave s telefonskim omrežjem. Večina sodobnih prenosnih telefonov se v omrežje povezuje z oddajanjem (in sprejemanjem) radijskih valov. Prenosni telefon komunicira preko omrežja baznih postaj, ki so povezane z običajnim telefonskim sistemom. Poleg zvočnega pogovora, osnovne funkcije telefona, prenosni telefoni podpirajo tudi številne dodatne storitve, kot so video klic, kratka besedilna sporočila, paketni prenos podatkov za dostop do interneta in sporočila za sprejemanje in pošiljanje fotografij in videa. (12, 13)

### 2.3.1 Zgodovina telefonov

Še leta 1990 je bila telefonija vezana za fiksno telefonijo, torej na razvejana žična omrežja. Danes je uporaba mobilnega telefona večja, ker je dosegljiva po celem svetu. Pri tem uporabljajo bakrene palice, brezžična radiotelefonija ter internetna telefonija, ki uporablja širokopasovne internetne povezave. Sodobni mobilni z zasloni nudijo tudi druge storitve, ki bolj povezujejo računalnike in telefona.

Nastanek telefona ni povsem jasen, k izumu so prispevali Antonio Meucci, Philip Reis in Alexander Graham Bell. Alexander je pogosto naveden kot edini izumitelj. Prve naprave, uporabne za prenos signala, so bile razvite že leta 1849, vendar je šele 2. junija 1875 Bellu, kot prvemu, uspel prenos glasu. Bell je 14. februarja 1876 vložil z zakonom zaščiteno izključno pravico gospodarskega izkoriščanja za telefonijo. Izum so kasneje dopolnile različne izboljšave, med njimi ogljeni mikrofoni, krožni izbirnik, tonsko izbiranje ... (13)

### 2.3.2 Princip delovanja

Originalna telefonska vezja, kot so jih sprva uporabljali Bellovi in Grayevi telefoni, za svoje delovanje niso potrebovala zunanje električne energije, delovala so torej brez baterij. Tak telefon je zaradi majhnega izkoriščanja električne energije deloval samo na kratke razdalje. Način delovanja je bil sledeč:

- Sporočevalca (A) govori v membrano. Membrana niha v ritmu vzvalovanega zraka, ki ga povzroči govor.
- V stalnem magnetu se z ritmom govora spreminja magnetni pretok, v žicah, ki so navite okoli magneta, se pojavi električna napetost.
- Električna napetost požene električni tok na drugo stran proti naslovniku (B).
- V B-jevem sprejemniku električna energija ustvarja novo magnetno polje, ki niha v ritmu A-jevega govora.
- Nihajoče magnetno polje zaniha membrano v sprejemniku, kar povzroči, da B sliši govor sporočevalca A.



## **2.4 Originalni poskus**

Kot sem že zapisala v uvodu, sem idejo za raziskovalno nalogo dobila ob ogledu videa na YouTubeu (1). James je v poskusu naredil tako, da je dal dve bateriji v zamrzovalnik in še drugi dve na sonce. Potem je bateriji dal v video igrico, da bi videl, kako dolgo bodo zdržale. Oba para baterij sta zdržala enako dolgo.

### 3 METODE

#### 3.1 Priprava telefona

Za poskus sem uporabila pametni telefon SAMSUNG Galaxy J5. Uporabila sem svoj star telefon, ki je bil še delujoč.

Najprej sem pripravila telefon, saj vpliva temperature na njegovo baterijo nisem mogla testirati, če bi bila baterija še v telefonu. Telefon sem pripravila tako, da sem vzela baterijo ven (Slika 10). Nato mi je očetov kolega baterijo z žicami s spajkanjem povezal s telefonom. Baterijo sem nato dala v plastično vrečko, da bi jo zaščitila pred vplivom vode (Slika 11).



Slika 10: Razstavljen telefon. (fotografija E. Ketiš)



Slika 11: Telefon z baterijo, povezano z žicami (baterija je v vrečki). (fotografija E. Ketiš)

### 3.2 Poskus

Uporabila sem eksperimentalno metodo. Da bi poskus lahko izvedla, sem morala določiti, kako bom merila čas trajanja baterije oz. odstotek napolnjene baterije.

Začela sem z idejo, da bom na telefonu snemala s kamero, dokler se telefon ne izprazni. Potem bi odčitala čas posnetka in iz tega sklepala na trajanje baterije. To ni delovalo, saj se posnetek ni shranil na telefon.

Moja druga ideja je bila, da bi snemala samo zvok in nato čas trajanja zvočnega posnetka odčitala. Tudi to ni delovalo, saj se posnetek ni shranil na telefon.

Tretja ideja je bila, da sem baterijo telefona napolnila na 100 %. Nato sem jo postavila v različna temperaturna okolja in vsaki dve uri odčitavala odstotek napolnjenosti baterije. Baterijo sem opazovala osem ur. V vsakem temperaturnem okolju sem trajanje baterije izmerila trikrat.

Najprej sem opravila poskus v zamrzovalniku domačega hladilnika, pri  $-18^{\circ}\text{C}$  (Slika 12).



Slika 12: Telefon v zamrzovalniku. (fotografija E. Ketiš)

Nato sem opravila poskus v domačem hladilniku, pri 7 °C (Slika 13).



Slika 13: Telefon v hladilniku. (fotografija E. Ketiš)

Nato sem opravila poskus v temperaturnem okolju 30 °C (Slika 14).

Za vzdrževanje temperature sem uporabila Sous-vide kuhalnik ANOVA. Baterijo sem dala v plastično vrečko in jo postavila v lonec, napolnjen z vodo, ki jo je kuhalnik grel na zeleno temperaturo.



Slika 14: Telefon v kuhalniku na 30 °C. (fotografija E. Ketiš)

Poskus sem naredila še pri 40 °C (Slika 15), uporabila sem enak način kot pri 30 °C.



Slika 15: Telefon v kuhalniku 40 °C. (fotografija E. Ketiš)

Nato sem poskus opravila še pri 20 °C (Slika 16), uporabila sem enak način kot pri 30 °C in 40 °C.



Slika 16: Telefon v kuhalniku 20 °C. (fotografija E. Ketiš)

Iz treh poskusov pri posamezni temperaturi okolja sem izračunala povprečne odstotke napolnjenosti baterije. Izdelala sem tabele in narisala grafe.

#### 4 REZULTATI

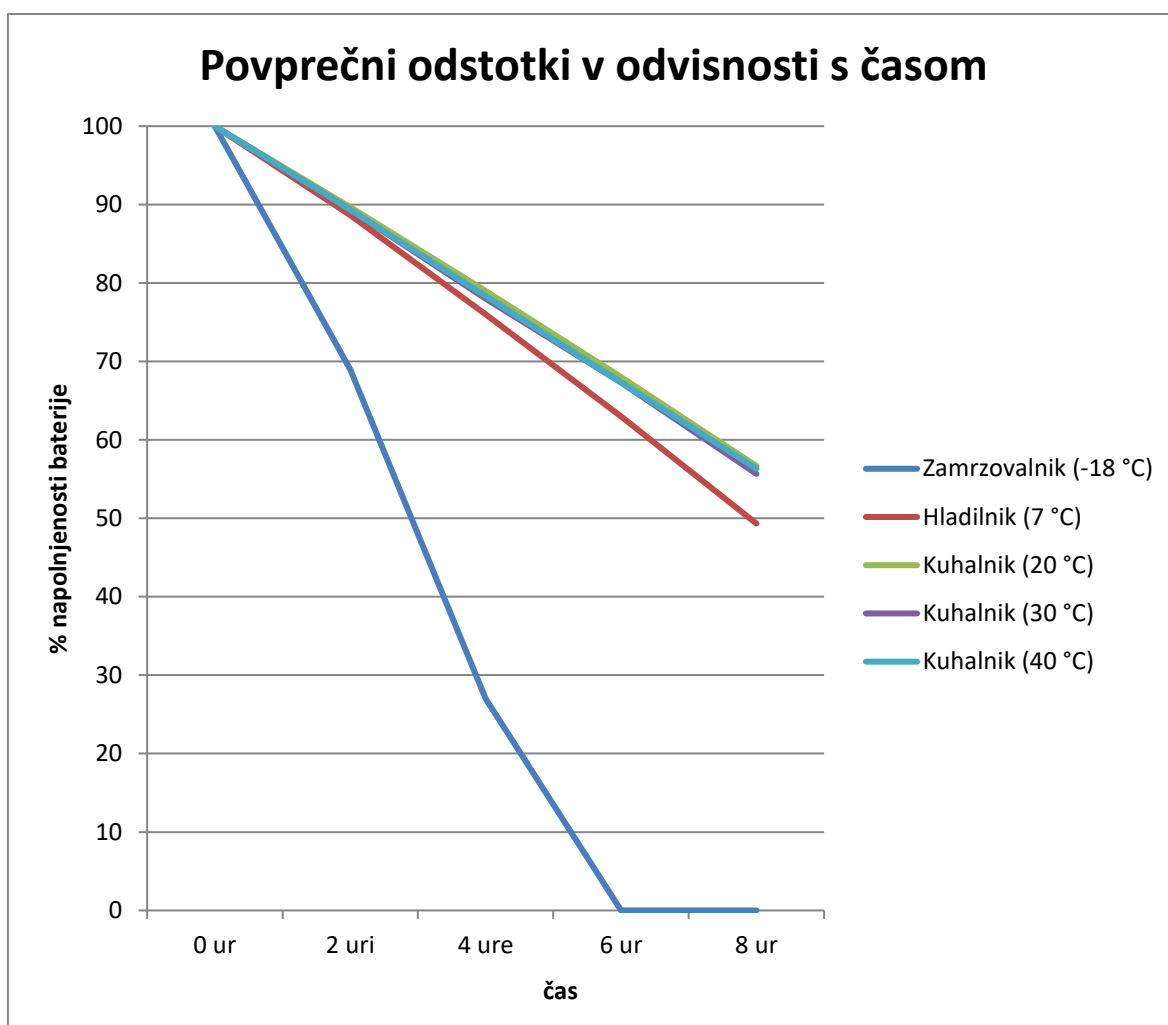
Uspešen je bil poskus pri katerem sem napolnila baterijo do 100 % in nato vsaki dve uri za osem ur, spremljala koliko odstotkov je bila napolnjenost baterije.

Po dveh urah izpostavljenosti baterije na -18 °C, se je le-ta izpraznila do 69,0 %, po štirih urah do 27,0 %, do šeste in osme ure pa baterija sploh ni zdržala. Na 7 °C je bila po dveh urah baterija napolnjena do povprečno 88,7 %, po štirih do 76,0 %, po šestih 63,0 % in po osmih 49,3 %. Pri izpostavljenosti 20 °C je bila baterija po dveh urah napolnjena povprečno 89,7 %, po štirih 79,0 %, po šestih 68,0 % in po osmih 56,7 %. Po dveh urah pri 30 °C je bila baterija napolnjena povprečno 89,3 %, po štirih urah 78,0 %, po šestih 67,3 % in po osmih 55,7 %. Na 40 °C je bila baterija po dveh urah napolnjena 89,3 %, po štirih 78,3 %, po šestih 67,3 % in po osmih 56,3%.



**Tabela 1:** Povprečni odstotki napolnjenosti baterije pametnega telefona v različnih temperaturnih okoljih, v odvisnosti od časa

Temperaturno okolje	2 uri	4 ure	6 ur	8 ur
Zamrzovalnik (-18 °C)	69,0	27,0	-	-
Hladilnik (7 °C)	88,7	76,0	63,0	49,3
Kuhalnik (20 °C)	89,7	79,0	68,0	56,7
Kuhalnik (30 °C)	89,3	78,0	67,3	55,7
Kuhalnik (40 °C)	89,3	78,3	67,3	56,3



Graf 2: Povprečni odstotki v odvisnosti s časom.

Iz Grafa 2 je razvidno, da se je baterija pametnega telefona pri višjih temperaturah počasneje praznila. V zamrzovalniku baterija ni zdržala več kot štiri ure. Namreč, napolnjenost baterije je hitro padla s 70 % po dveh urah na malo več kot 20 %, po štirih pa na 0 %. Iz Grafa 2 je tudi razvidno, da se je baterija v hladilniku hitreje praznila kot pri višjih temperaturah. Pri 20, 30 in 40 °C se je baterija podobno hitro praznila, vendar se vseeno vidi, da se je pri višjih temperaturah praznila počasneje.

## 5 RAZPRAVA

Ugotovila sem, da se je baterija pametnega telefona najpočasneje praznila pri višjih temperaturah (20 °C do 40 °C). Najkrajši čas je baterija zdržala v zamrzovalniku. Moji rezultati so v skladu z dejstvom, da se pri nižjih temperaturah poveča padec ionske upornosti elektrolita, kar med uporabo zmanjša izkoristek baterije (2). Ionska upornost elektrolita nam pove, kako hitro stečejo ioni iz anode v katodo preko elektrolita - v mojem primeru je bil elektrolit litij. Ko se temperatura baterije zmanjša, ioni v bateriji stečejo iz anode v katodo hitreje, zato se baterija hitreje izprazni. (5).

Moji rezultati se skladajo tudi s podatki iz literature (2) – glej Graf 1, saj se je baterija najhitreje praznila pri nižjih temperaturah (Graf 2).

Določena temperaturna okolja sem izbrala, ker sem želela čim večje razlike v temperaturi. Najnižja temperatura je bila -18 °C, ker je to temperatura našega zamrzovalnika. Na bateriji pametnega telefona pa je napisano, da baterija ne sme biti izpostavljena temperaturam višjih kot 45 °C. Zato sem za najvišjo temperaturo vzela 40 °C.

Hipotezo lahko potrdim, saj je baterija zdržala najdlje na višjih temperaturah (Graf 2).

Telefon smo opazovali osem ur, ker je bilo več kot osem ur organizacijsko težko izvedljivo, saj sem podatke zajemala vsaki dve uri.

Tri meritve sem opravila za vsako okolje zato, da sem zmanjšala napako in dobila boljše podatke.

Baterija bi lahko zgubila moč, saj je bila izpostavljena različnim temperaturnim okoljem.

## **6 ZAKLJUČEK**

Baterija pametnega telefona se počasneje prazni, ko je temperatura višja. To velja za temperature do 40 °C. Uporabnikom pametnih telefonov, ki v bližini nimajo polnilca, baterija pa se jim prazni, svetujem, da telefon postavijo v toplejše okolje in s tem podaljšajo trajanje napolnjenosti baterije.

## 7 POVZETEK

### Ozadje

V YouTube videu 'Moje misli na sejmu znanosti' sem zasledila zelo dobro idejo za raziskovalno nalogo, ki jo je sicer James že naredil v šoli. Ta poskus me je zelo navdušil, zato sem se odločila, da bom naredila raziskovalno nalogo, s katero bom preverila odvisnost trajanja baterije pametnega telefona v odvisnosti od različnih temperatur.

### Namen

Namen moje raziskave je bil preveriti, kako vpliva temperatura na življenje baterije pametnega telefona.

### Metode

Uporabila sem eksperimentalno metodo. Da bi poskus lahko izvedla, sem morala določiti, kako bom merila čas trajanja baterije oz. odstotek napolnjene baterije. Baterijo telefona sem napolnila na 100 %, baterijo postavila v različna temperaturna okolja in vsaki dve uri odčitavala odstotek napolnjenosti baterije. Baterijo sem opazovala osem ur. V vsakem temperaturnem okolju sem trajanje baterije izmerila trikrat.

### Rezultati

Baterija pametnega telefona se je pri višjih temperaturah počasneje praznila. V zamrzovalniku baterija ni zdržala več kot štiri ure, saj je napolnjenost baterije hitro padla s 70 % po dveh urah na 0 % po šestih urah. Razvidno je tudi, da se je baterija v hladilniku hitreje praznila kot pri višjih temperaturah. Pri 20, 30 in 40 °C se je baterija podobno hitro praznila, vendar se vseeno vidi, da se je pri višjih temperaturah praznila počasneje.

### Zaključek

Baterija pametnega telefona se počasneje prazni, čim višja je temperatura. To velja za temperature do 40 °C. Uporabnikom pametnih telefonov, ki v bližini nimajo polnilca, baterija pa se jim prazni, svetujem, da telefon postavijo v toplejše okolje in s tem podaljšajo trajanje baterije.

## 8 SUMMARY

**Background:** In the YouTube video ‘My Thoughts at the Science Fair’ I came across a very good idea for a research assignment that James had already done in school. I was very impressed with this experiment, so I decided to do a research assignment to check the dependence of the smartphone battery life on different temperatures.

**Purpose:** The purpose of my research was to examine how temperature affects smartphone battery life.

**Methods:** I used the experimental method. In order to perform the experiment, I had to determine how I would measure the battery life or percentage of the charged battery. I charged the phone battery to 100%, placed the battery in different temperature environments and read the percentage of the charged battery every two hours. I observed the battery for eight hours. I measured the battery life three times in each temperature environment.

**Results:** The smartphone battery drains more slowly at higher temperatures. The battery did not last more than four hours in the freezer. Namely, the battery charge dropped rapidly from 70% after two hours to 0% after six hours. It has been evident that the battery in the refrigerator discharged faster than at higher temperatures. At 20, 30 and 40 ° C, the battery discharged similarly quickly, but it is noticeable that it discharged more slowly at higher temperatures.

**Conclusion:** The slower the battery, the higher the temperature. This applies to temperatures up to 40 ° C. To users of smartphones who do not have a charger nearby and their battery is running low, I advise, to place the phone in a warmer environment and thus extend the battery life.

## 9 VIRI IN LITERATURA

1. [https://www.youtube.com/watch?v=mQbK5ol7qSI\\_-](https://www.youtube.com/watch?v=mQbK5ol7qSI_-) 4:00-4:30 (20. 3. 2020)
2. Kopač D., Ziherl P. Baterije. 2009. Izbrane poglavje iz uporabne fizike, Fakulteta za matematiko in fiziko, Univerza v Ljubljani, Ljubljana.
3. [https://www.google.com/search?q=Galvanski+%C4%8Dlen&sxsrf=ALeKk02\\_wDvNI2UnVeq0oMzkAeKvHxrQng:1608644858993&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjY2Y6L3eHtAhVYNuwKHU\\_sC2AQ\\_AUoAXoECACQAw&biw=2304&bih=1132#imgrc=KxnUf-mP6LP\\_WM&imgdii=7tWL87IyHIXKkM](https://www.google.com/search?q=Galvanski+%C4%8Dlen&sxsrf=ALeKk02_wDvNI2UnVeq0oMzkAeKvHxrQng:1608644858993&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjY2Y6L3eHtAhVYNuwKHU_sC2AQ_AUoAXoECACQAw&biw=2304&bih=1132#imgrc=KxnUf-mP6LP_WM&imgdii=7tWL87IyHIXKkM), (4. 11. 2020)
4. [http://projlab.fmf.uni-lj.si/arhiv/2005\\_06/naloge/izdelki/energijabaterije/Datoteke\\_HTML/teorija.htm](http://projlab.fmf.uni-lj.si/arhiv/2005_06/naloge/izdelki/energijabaterije/Datoteke_HTML/teorija.htm), (4. 11. 2020)
5. <https://www.monitor.si/clanek/litij-ki-poganja-mobilni-svet/159566/> (4. 11. 2020)
6. <https://www.skuponi.si/?grouponid=4889> (4. 11. 2020)
7. <https://www.ceneje.si/Izdelek/3063473/gradbenistvo/elektrotehnicne-komponente/akumulatorji-baterije/varta-alkalna-baterija-varta-electronics-v27a> (4. 11. 2020)
8. <https://www.svet-svetil.si/fiamm-fg20721-svinceni-akumulator-12v-7-2ah-faston-4-7mm/> (4. 11. 2020)
9. [http://eoet1.tsckr.si/plus/eOet1\\_07\\_02\\_04\\_02-2.html](http://eoet1.tsckr.si/plus/eOet1_07_02_04_02-2.html) (4. 11. 2020)
10. <https://www.avtera.si/baterija-intenso-aa-hr6-2100-mah-12v-polnilna-4-kosi/> (4. 11. 2020)
11. [https://www.google.com/search?q=Litij-ionska+baterija&tbn=isch&ved=2ahUKEwks4O13uHtAhURwIUKHcaTBX4Q2-cCegQIABAA&oq=Litij-ionska+baterija&gs\\_lcp=CgNpbWcQAzIECAAQHjoGCAAQBxAeUKj52XFY3v3ZcWCihNpxaABwAHgAgAFbiAGsAZIBATKYAQCgAQQgAQtd3Mtd2l6LWltZ8ABAQ&scient=img&ei=PfrhX SgLpGAlwTGp5bwBw&bih=1133&biw=2279&hl=sl#imgrc=6FJJWH8mjA9TIM](https://www.google.com/search?q=Litij-ionska+baterija&tbn=isch&ved=2ahUKEwks4O13uHtAhURwIUKHcaTBX4Q2-cCegQIABAA&oq=Litij-ionska+baterija&gs_lcp=CgNpbWcQAzIECAAQHjoGCAAQBxAeUKj52XFY3v3ZcWCihNpxaABwAHgAgAFbiAGsAZIBATKYAQCgAQQgAQtd3Mtd2l6LWltZ8ABAQ&scient=img&ei=PfrhX SgLpGAlwTGp5bwBw&bih=1133&biw=2279&hl=sl#imgrc=6FJJWH8mjA9TIM) (4. 11. 2020)
12. [http://sl.wikipedia.org/wiki/Prenosni\\_telefon](http://sl.wikipedia.org/wiki/Prenosni_telefon) (5. 11. 2020)
13. <https://sl.wikipedia.org/wiki/Telefon> (5. 11. 2020)
14. <http://faq.akumulator.si/index.aspx?category=17&id=116> (4. 11. 2020)

## **ZAHVALA**

Iskreno in najbolj se zahvaljujem svojim mentorjema, Dragici Slatinšek in Boštjanu Ketišu, saj sta me usmerjala na pravo pot. V pomoč sta mi bili tudi moja sestra Ana, ki me je spodbujala, in mami Zalika, ki je popravljala napake. Za pregled angleškega prevoda se zahvaljujem Aniti Kolar Šlogar. Prav tako bi se zahvalila ravnatelju osnovne šole Mihe Pintarja Toleda, Sebastjanu Kukovcu, ki je podpiral raziskovalno nalogo, ter učiteljici Nevenki Razboršek, ki je raziskovalno nalogo pravopisno pregledala.

## PRILOGE

### Priloga 1: Rezultati meritev.

	1 meritev- 2 uri	1 meritev-4 ure	1 meritev-6 ur	1 meritev-8 ur
Zamrzovalnik (-18 °C)	31 %	0 %	0 %	0 %
Hladilnik (7 °C)	89 %	77 %	64 %	51 %
Kuhalnik (20 °C)	90 %	80 %	70 %	59 %
Kuhalnik (30 °C)	90 %	79 %	69 %	57 %
Kuhalnik (40 °C)	89 %	78 %	67 %	56 %

	2 meritev-2uri	2 meritev-4 ure	2 meritev-6 ur	2 meritev-8 ur
Zamrzovalnik (-18 °C)	87 %	14 %	0 %	0 %
Hladilnik (7 °C)	89 %	77 %	64 %	50 %
Kuhalnik (20 °C)	89 %	78 %	67 %	55 %
Kuhalnik (30 °C)	89 %	78 %	66 %	54 %
Kuhalnik (40 °C)	90 %	79 %	67 %	57 %

	3 meritev-2 uri	3 meritev-4 ure	3 meritev-6 ur	3 meritev-8 ur
Zamrzovalnik (-18 °C)	89 %	67 %	0 %	0 %
Hladilnik (7 °C)	88 %	74 %	61 %	47 %
Kuhalnik (20 °C)	90 %	79 %	67 %	56 %
Kuhalnik (30 °C)	89 %	77 %	67 %	56 %
Kuhalnik (40 °C)	89 %	78 %	68 %	56 %