

**»Mladi za napredek Maribora 2015«**

**32. srečanje**

## **KAKOVOST ALKALNIH BATERIJ NA TRŽIŠČU**

Raziskovalno področje: FIZIKA, ASTRONOMIJA

Raziskovalna naloga

Avtor: LUKA POŽAR, LUKA KARNER

Mentor: FRANC KLASINC

Šola: OŠ BOJANA ILIČA MARIBOR

Maribor, februar 2015

## KAZALO

<b>1. POVZETEK</b> .....	3
<b>2. ZAHVALA</b> .....	3
<b>3. UVOD</b> .....	3
<b>4. TEORETIČNI DEL</b> .....	4
4.1. Kratka zgodovina baterij.....	4
4.2. Vrste baterij.....	6
4.2.1. Primarne.....	6
4.2.2. Sekundarne.....	7
4.3. Alkalne baterije.....	8
<b>5. EKSPERIMENTALNI DEL</b> .....	10
5.1.Pripomočki.....	10
5.2.Potek eksperimentiranja.....	11
<b>6. REZULTATI</b> .....	18
6.1. Razvrstitev po količini energije.....	18
6.1.1. Energija-manjši tok pri uporabi $6,6 \Omega$ .....	18
6.1.2. Energija-večji tok pri uporabi $2,2 \Omega$ .....	19
6.2. Razvrstitev po ceni energije.....	20
6.2.1. Cena-manjši tok pri uporabi $6,6 \Omega$ .....	20
6.2.2. Cena-Večji tok pri uporabi $2,2 \Omega$ .....	21
<b>7. RAZPRAVA</b> .....	22
<b>8. LITERATURA</b> .....	23

## Kazalo grafov

Graf 1: Camelion Plus Alkaline:.....	12
Graf 2: Duracell Turbo Max .....	13
Graf 3: Duracell.....	13
Graf 4: Active Energy-Hofer .....	13
Graf 5: Mercator .....	14
Graf 6: Muller .....	14
Graf 7: Maxell .....	14
Graf 8: S-Budget.....	15
Graf 9: Sony Stamina Plus .....	15
Graf 10: Simpex .....	15
Graf 11: Varta Max Tech .....	16
Graf 12: Varta High Energy.....	16
Graf 13: Varta Long Life .....	16
Graf 14: Energizer Ultra Plus .....	17
Graf 15: Energija -Vrstni red baterij glede oddane energije-manjši tok .....	18
Graf 16: Energija-Vrstni red baterij glede oddane energije-VEČJI tok.....	19
Graf 17: Cena-Vrstni red baterij po ceni 1 Wh .....	20
Graf 18: Cena-Večji tok pri uporabi 2,2 $\Omega$ .....	21

## Kazalo slik

Slika 1: Glinast vrč iz antike z bakreno cevjo in železno palico v sredini, star 2000 let .....	4
Slika 2: Voltov steber .....	5
Slika 3: Postopek izdelave alkalne baterije .....	8
Slika 4: uporabljeni baterijski vložki.....	10
Slika 5: Vmesnik LabQuest Mini in senzor za merjenje napetosti .....	10
Slika 6: vmesnik, senzor napetosti in program Logger Lite v uporabi.....	11
Slika 7: Shema vezave pri praznjenju baterije preko upora .....	11

## 1. POVZETEK

Na tržišču lahko kupimo kar nekaj različnih vrst baterij. Midva sva se v raziskovalni nalogi usmerila v raziskovanje ne polnilnih alkalnih baterij velikosti AA, saj so prav te danes največkrat uporabljene. Na tržišču najdemo veliko različnih baterij, toda katero izmed mnogih vrst se splača kupiti? So baterije znanih proizvajalcev (Duracell, Varta...) res boljše od baterij neznanih proizvajalcev (Simpex, Hofer, Muler, S-Budget...)? To sta bili osnovni vprašanji najine naloge. Kupila sva različne vrste baterij in jih praznila preko stalnega upora ter računala oddano električno energijo. Na osnovi količine oddane energije sva baterije razdelila od najboljše do najslabše. Izračunala sva tudi ceno 1 Wh energije posamezne baterije.

## 2. ZAHVALA

Rada bi se zahvalila najinemu mentorju: učitelju fizike in tehnike in tehnologije za vso tehnično pomoč in navodila o uporabi instrumentov.

Zahvala tudi vodstvu osnovni šole za kritje stroškov, ki so nastali ob raziskovanju in za vso priskrbljeno tehnično opremo.

## 3. UVOD

Baterije so ključni vir energije vseh prenosnih elektronskih naprav. Danes si več ne znamo predstavljati življenja brez njih. Telefoni, prenosni računalniki, razne multimedijske naprave in pa tudi razni pripomočki, ki rešujejo življenja (inzulinske črpalke, prenosni defibrilatorji, lavinske žolne) so se razvili in se razvijajo, tako da so vedno bolj prenosljivi in ne rabijo stalne napetosti iz električnih omrežij. Poleg baterij poznamo še nekatere druge prenosne vire energije npr. kondenzatorje. Toda trenutno so baterije daleč največkrat uporabljen prenosljivi vir energije. Kljub temu da je baterija tako pomemben prenosljivi vir energije je njen razvoj precej počasen glede na razvoj ostale elektrotehnike.

Na tržišču je mogoče kupiti veliko vrst baterij. Nekateri kupujejo dražje drugi cenejše. Ampak kdo ravna prav? So baterije znanih proizvajalcev, ki svoje izdelke na široko oglašujejo, res boljše od neznanih proizvajalcev? To so vprašanja, na katera želiva odgovoriti.

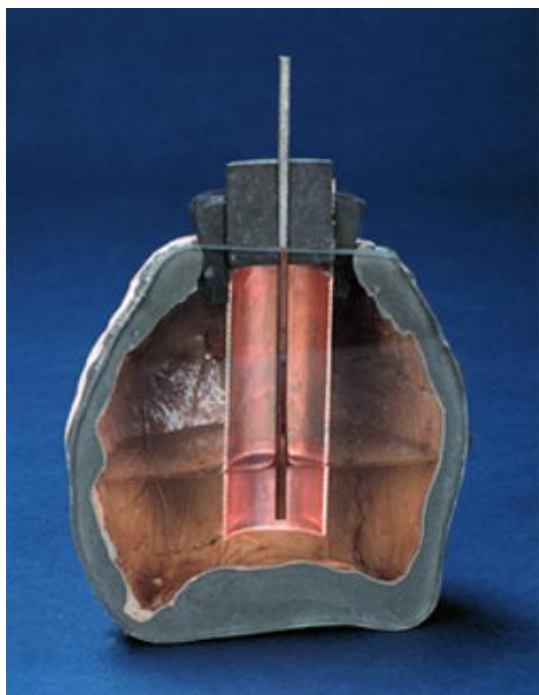
Hipoteza 1: Predvidevava, da baterije znanih proizvajalcev vsebujejo več energije.

Hipoteza 2: Meniva, da se nam ne splača kupovati baterij znanih proizvajalcev zaradi visokih cen teh baterij.

## 4. TEORETIČNI DEL

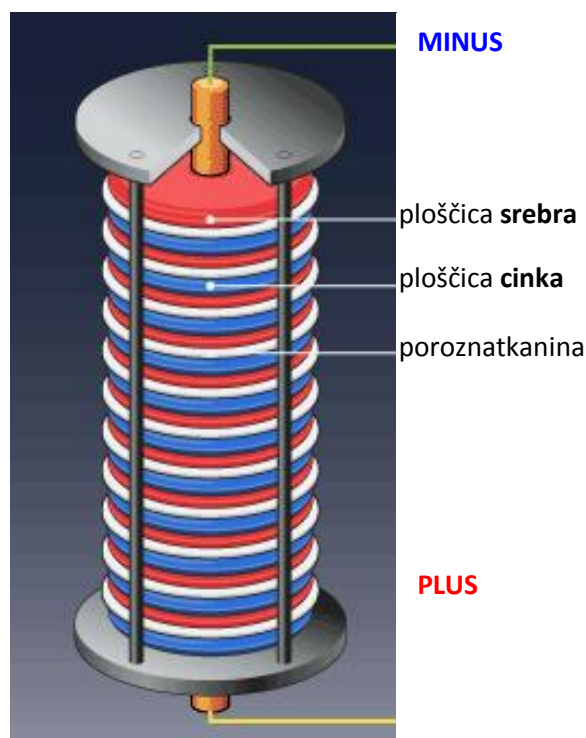
### 4.1. Kratka zgodovina baterij

Izvor baterij uvrščamo v Antiko. To dokazuje 2000 let star glinast vrč (slika 1), v katerem so pri izkopavanju našli bakreno cev z železno palico v sredini. Če so le-to napolnili z kisom ali vinom, je lahko delovala kot baterija. Seveda niso poznali zmožnosti tega izuma, uporabljali so ga zlatarji za zlatenje nakita, kot pravijo nekateri strokovnjaki.



Slika 1: Glinast vrč iz antike z bakreno cevjo in železno palico v sredini, star 2000 let

Alessandro Volta je leta 1800 izumil prvo baterijo, sestavljeno iz izmenjajočih kovinskih diskov, ki jih je ločil s porozno tkanino, namočeno v raztopini soli. Po mnogih poskusih je ugotovil, da se najbolje obnesejo diski iz cinka in srebra. Problem je bila elektroliza, zaradi katere so baterije imele kratko življenjsko dobo in niso bile varne.



Slika 2: Voltov steber

Kasneje je to izboljšal John F. Daniell, ki je namesto enega uporabil dva elektrolita in preprečil, da bi se mešala. Izboljšal je predvsem varnost stare Voltove baterije. Čutila se je potreba po večji energijski gostoti, kar je kasneje omogočil Gaston Plante, ko je izumil svinčeno baterijo. Ta je imela veliko prednost, saj jo je bilo moč ponovno napolniti.

Bili so tudi nameni, da bi baterijo uporabili v avtomobilu. To zamisel je dobil T. A. Edison, a bil je prepozen saj ga je prehitel Fordov bencinski motor.

Izum alkalne baterije pripisujemo Lewisu Urryu, ki je izboljšal takratno cinkovo baterijo. Te cinkove (ti. alkalne) so bile zelo uspešne zaradi njihove majhnosti in dolge življenjske dobe.

Komercialno zelo uspešna je bila tudi nikelj-metalhidridna. Bila je nova verzija nikelj-kadmijeve, prednosti so bile: daljša življenjska doba in niso bile strupene (brez kadmija). Začeli so se tudi eksperimenti z litijem, saj so ugotovili, da je primeren za uporabo v baterijah. Zaslugo za litij-ionske baterije ima podjetje Sony. V uporabo so prišle leta 1991, te pa so izboljšali tako, da so uporabili polimerni elektrolit - nastale so litij-polimerske baterije (LiPo).

## 4.2. Vrste baterij

Baterije v osnovi delimo na primarne (teh se ne da ponovno napolniti) in na sekundarne, ki pa imajo možnost ponovne polnitve, vendar je število polnitev omejeno.

### 4.2.1. Primarne

1. **Alkalne ( $Zn-MnO_2$ )** baterije. Več o njih v poglavju št. 4.3.
2. **Cink-karbonske** (znane tudi kot Leclanchejeve celice) baterije imajo anodo iz cinka, katodo pa iz manganovega dioksida (včasih so katodi primešali ogljik, kar se je ohranilo v imenu). Elektrolit je lahko tekoča ali pa kašasta raztopina soli. Najbolj so učinkovite v napravah, ki potrebujejo manjše napetosti (1.5 V in manj).
3. **Srebrove** baterije imajo katodo iz srebrovega oksida ( $Ag_2O$ ), zato jim tudi pravimo srebro-oksidne baterije. Anoda pa je iz cinka. Najpogostejše so baterije v obliki gumba, v katerih je zelo malo srebra, da le-ta ne vpliva na ceno. Večje celice pa so po navadi uporabljene v vojaških napravah.
4. **Živosrebrove** baterije, so bile zelo podobne srebrovim baterijam. Bile so strupene, zato jih ne proizvajajo več. Katodo imajo iz živosrebrovega oksida, anodo pa iz cinka. Imele so nekaj pomembnih prednosti: višjo kapaciteto glede na velikost same baterije in zelo stabilno izhodno električno napetost. Ker so bile strupene, so jih morali pravilno odvreči.

#### 4.2.2. Sekundarne

5. **NiCd** baterije so baterije, pri katerih je anoda iz kadmija, katoda pa iz nikljevega hidroksida. Napetostna krivulja praznjenja NiCd baterij je precej bolj položna kot pri alkalnih baterijah. Te baterije so primerne tudi za digitalne fotoaparate. Napolnimo jih lahko nekje 1000-krat. Njihova slabost je da imajo učinek spominskega efekta, kar pomeni, da če je ne izpraznimo do konca, se pri naslednjem polnjenju ne bo več napolnila do konca.
6. **NiMH** baterije so zelo podobne baterijam NiCd, le da imajo namesto kadmija za anodo uporabljeno nekakšno kovinsko zlitino.
7. **NiZn** baterije so alternativa NiMH baterij. Katoda je enaka kot pri NiMH in NiCd, anoda pa je iz cinka. Prednost je da imajo višjo napetost kot NiMH (1.65V). Zaradi veliko energije, ki jo izgubijo brez uporabe in potrebe po posebnem polnilcu se niso dolgo obdržale. Podjetje, ki jih je predstavilo-Powergenix jih je proizvajalo samo eno leto.
8. **Li-ion** baterije so dokaj nova stvar na tržišču. Imajo anodo iz litija, sicer pa so zelo podobne NiMH baterijam le da imajo veliko večjo kapaciteto (lahko tudi trikrat) in so tudi precej dražje od NiMH baterij. Njihova velika slabost je da ob višjih temperaturah hitro eksplodirajo, saj ima litij zelo nizko tališče pri 180°C. Danes se Li-ion baterije največkrat uporabljajo v mobilnih telefonih.
9. **LiPo** (litijev polimer ali litijev-ion polimer) baterija je po zgradbi zelo podobna Li-ionski bateriji, samo elektrolit je polimer. Prednost je je v trdnem stanju elektrolitam ki ne more steči. Celica ima napetost približno 3.7 V. So zelo občutljive, saj lahko prehitro polnjenje ali praznjenje, kratek stik ali udar povzročijo vžig ali eksplozijo baterije.
10. **Pb (svinčev) akumulator** je najstarejša oblika sekundarne baterije. Elektrodi prazne akumulatorske celice sta iz svinčevega sulfata ( $\text{PbSO}_4$ ) elektrolit pa je razredčena žveplova kislina ( $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4$ ). Povprečna napetost celice je okoli 2V. Svinčene akumulatorje danes uporabljajo v vseh tipih avtomobilov, podmornic, električnih transporterjev, lokomotiv, električnih čolnov, električnih dvigal, itd.

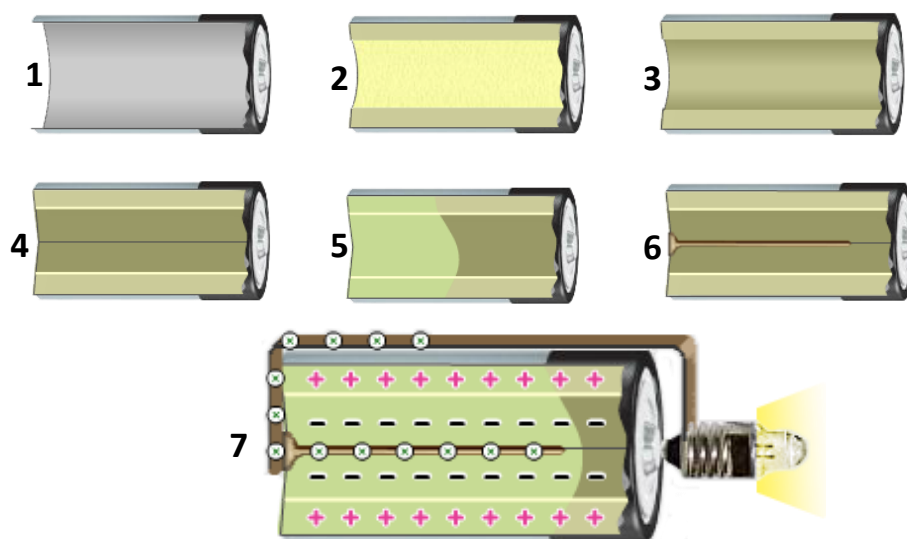


### 4.3. Alkalne baterije

So vrsta primarnih baterij, katerih reakcija je odvisna od njihove anode-cinkovega prahu (Zn) in katode-manganovega dioksida ( $\text{MnO}_2$ ). Ime »alkalne« pojasni alkalni elektrolit-kalijev hidroksid, namesto amonijevega klorida ali cinkovega klorida. Lahko se uporabi tudi kakšen drugi alkalni elektrolit pri drugih baterijah.

Postopek izdelave alkalne baterije:

1. Prazni jekleni ovoj.
2. Vstavljena katoda ( $\text{MnO}_2$ )
3. Ne-volnena tkanina, ki loči katodo in anodo.
4. Vstavljena anoda (Zn).
5. Vstavljen elektrolit-kalijev hidroksid, ki je pomemben za pospeševanje reakcije.
6. Vstavljen kolektor-medeninasta igla, ki prevaja tok izven celice.
7. Sestavljena baterija povezana na porabnik.



Slika 3: Postopek izdelave alkalne baterije

Kemijska reakcija se začne, kadar baterijo priključimo v električni krog tako, da poganja električni tok.

Splošna reakcija:



Posebnost je, da kalijev hidroksid ni del reakcije ampak reakcijo samo pospešuje.

V primerjavi z drugimi imajo alkalne baterije dolgo dobo življenja brez uporabe na enaki napetosti in večjo energijsko gostoto. Zmogljivost alkalne baterije je močno odvisna od obremenitve. Alkalne baterije velikosti AA lahko delujejo s kapaciteto 3000 mAh pri nizki obremenitvi. Vendar pri obremenitvi 1 amper, ki je pogosta pri digitalnih fotoaparatih, lahko zmogljivost pade na 700 mAh. Napetost neobremenjene alkalne baterije se približno 1,5 V. To je odvisno od čistosti uporabljenega manganovega dioksida.

Alkalne baterije so znane po puščanju kalijevega hidroksida, ki je močna baza, zato moramo biti previdni, saj lahko ta povzroči močno draženje dihal, kože in oči.

## 5. EKSPERIMENTALNI DEL

### 5.1.Pripomočki

Pri najini nalogi sva uporabila naslednje pripomočke, naprave in programsko opremo:

- 14 različnih baterijskih vložkov, ki jih lahko kupimo na slovenskem tržišču,



Slika 4: uporabljeni baterijski vložki

- vmesnik Vernier LabQuest Mini,
- senzor za merjenje napetosti,
- programsko opremo Logger Lite in MS Excel
- računalnik.

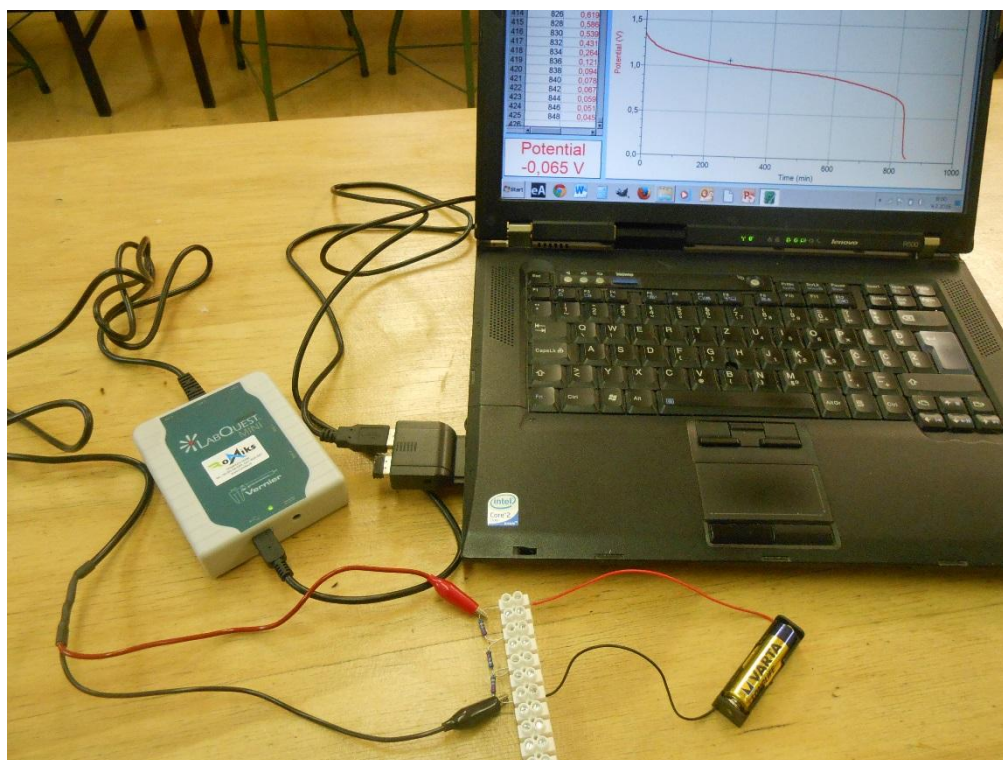


Slika 5: Vmesnik LabQuest Mini in senzor za merjenje napetosti

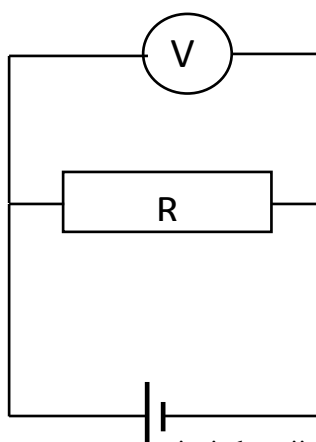
## 5.2. Potek eksperimentiranja

1. Kapaciteto baterij sva merila tako, da sva baterije praznila pri konstantnem upor. Merila sva z dvema različnima uporoma:

- $2,2 \Omega$  - v tem primeru je baterija poganjala večji tok (povprečno 450 mA)
- $6,6 \Omega$  - baterija je poganjala manjši tok (povprečno 150 mA)



Slika 6: vmesnik, senzor napetosti in program Logger Lite v uporabi



Slika 7: Shema vezave praznjenju baterije preko upora

2. Opravila sva 56 meritev, vsak tip baterija sva praznila 4 krat - 2 meritvi pri manjšem in 2 meritvi pri večjem toku.

3. Napetost sva merila v intervalih po dve minuti do vrednosti 0,7 V - napetost, pri kateri večina naprav več ne dela. Pri računanju sva si pomagala z elektronsko preglednico MS Excel.

4. S pomočjo Ohmovega zakona sva izračunala posamezne tokove.

$$I = \frac{U}{R}$$

5. Nato sva izračunala posamezne moči.

$$P = U \cdot I$$

6. Sledil je izračun oddanega električnega dela – energije.

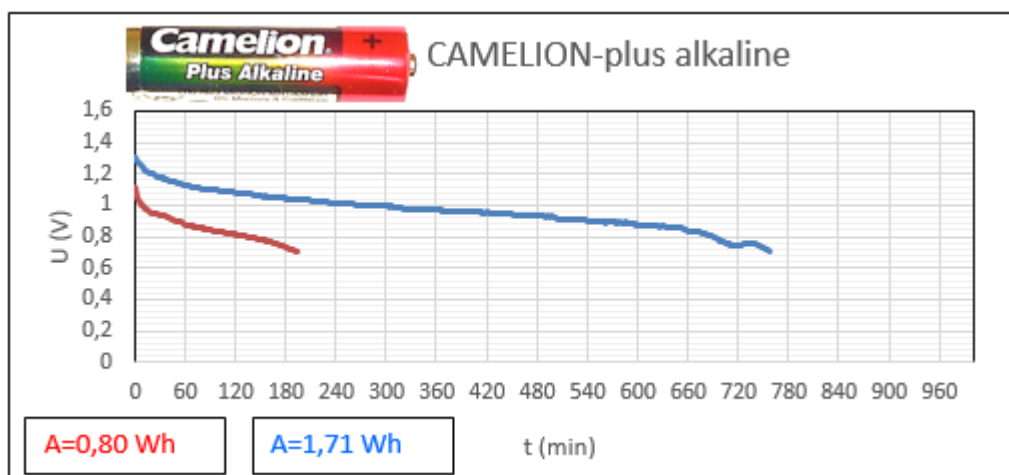
$$Ae = P \cdot t$$

7. Nato sva v excelu napravila grafe:

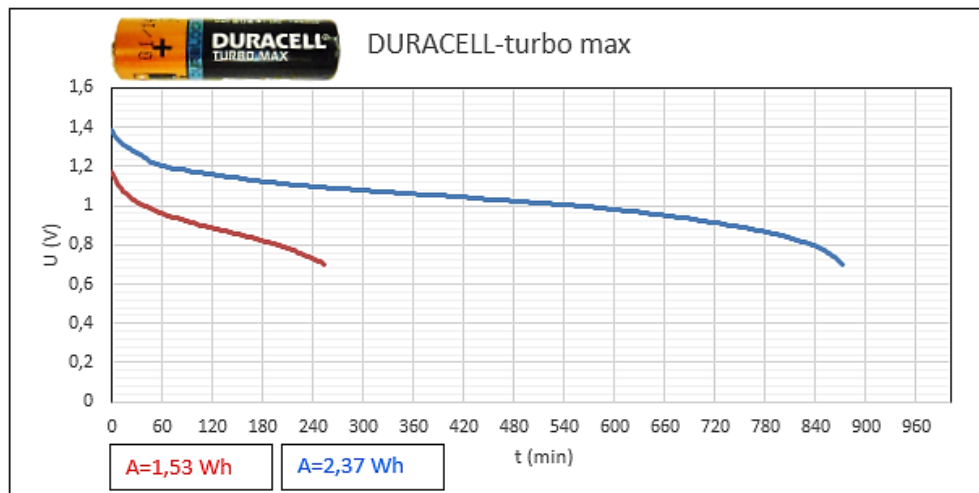
- **Modra** krivulja prikazuje padanje napetosti baterije pri stalnem uporu 6,6 Ω - tok praznjenja je bil približno 150 mA
- **Rdeča** pa prikazuje padanje napetosti baterije pri stalnem uporu 2,2 Ω - tok praznjenja je bil približno 450 mA

V vsakem grafu je prikazana po ena najboljša baterija izmed štirih, ki so bile v enem kupljenem paketu baterij.

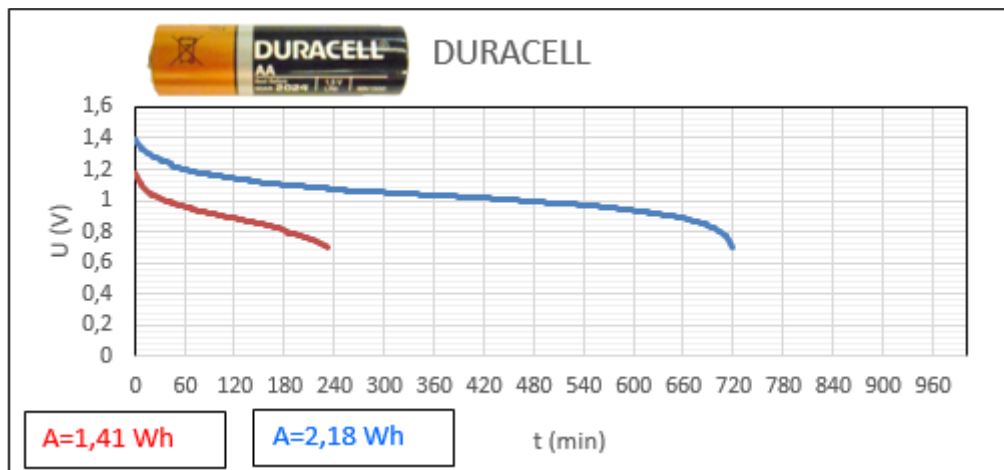
Graf 1: Camelion Plus Alkaline:



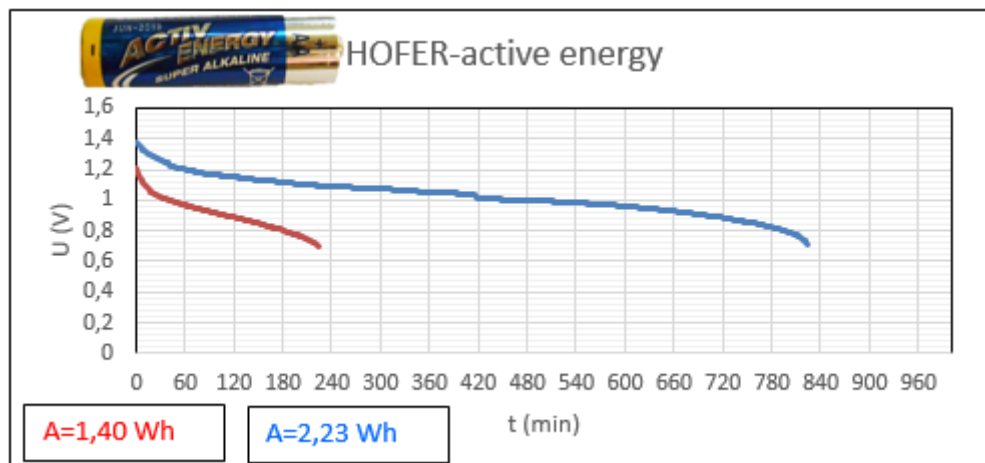
Graf 2: Duracell Turbo Max



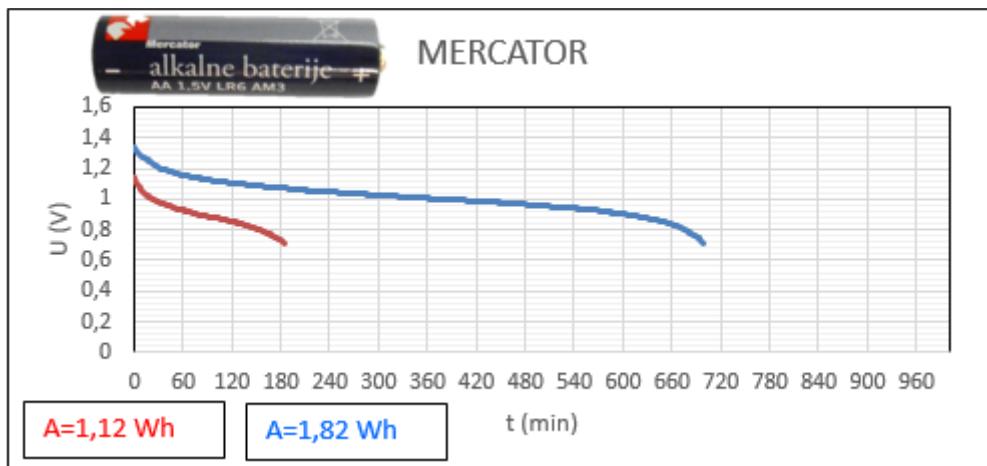
Graf 3: Duracell



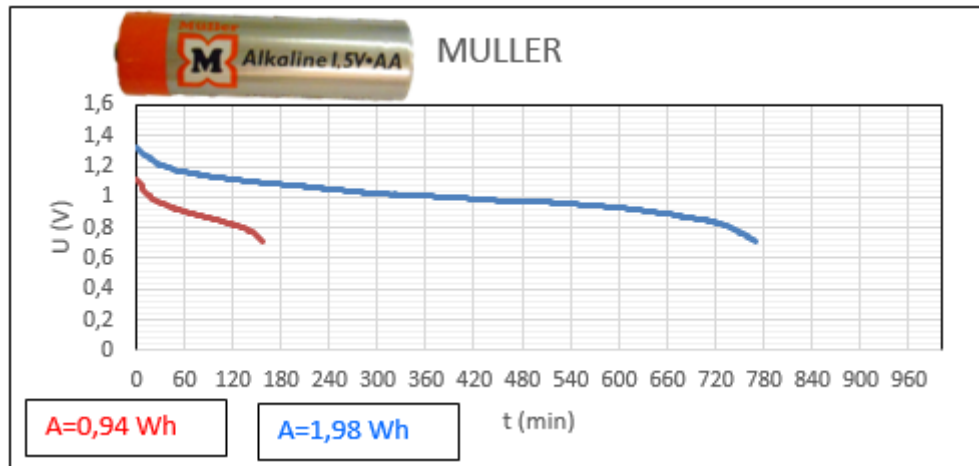
Graf 4: Active Energy-Hofer



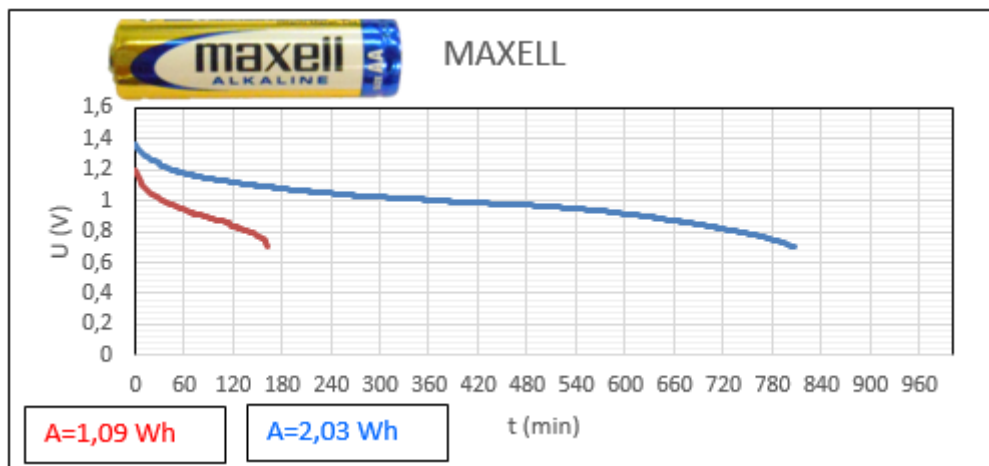
Graf 5: Mercator



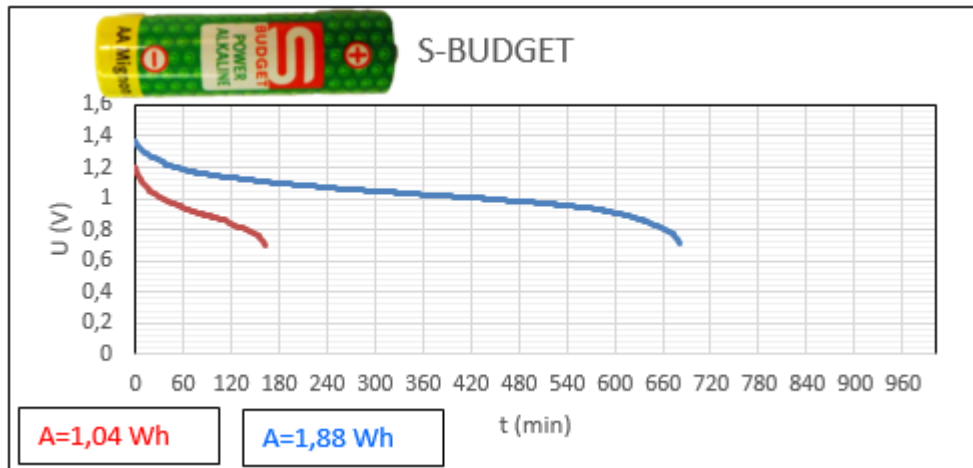
Graf 6: Muller



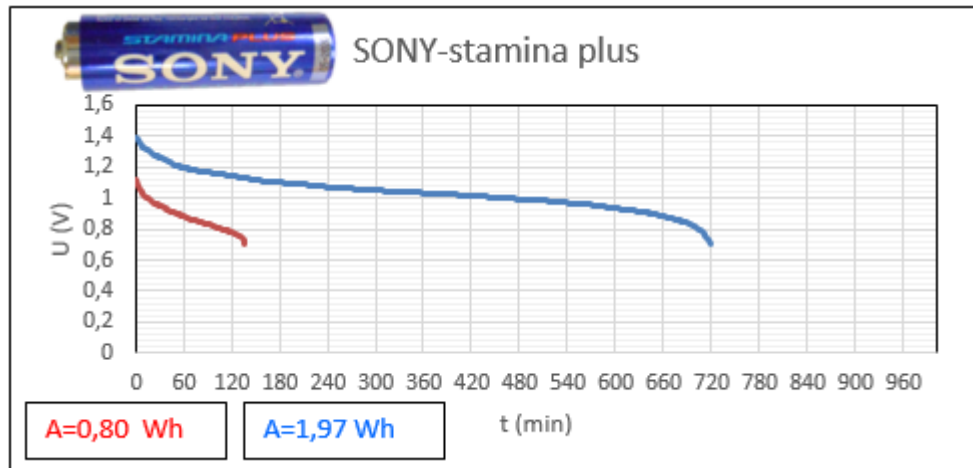
Graf 7: Maxell



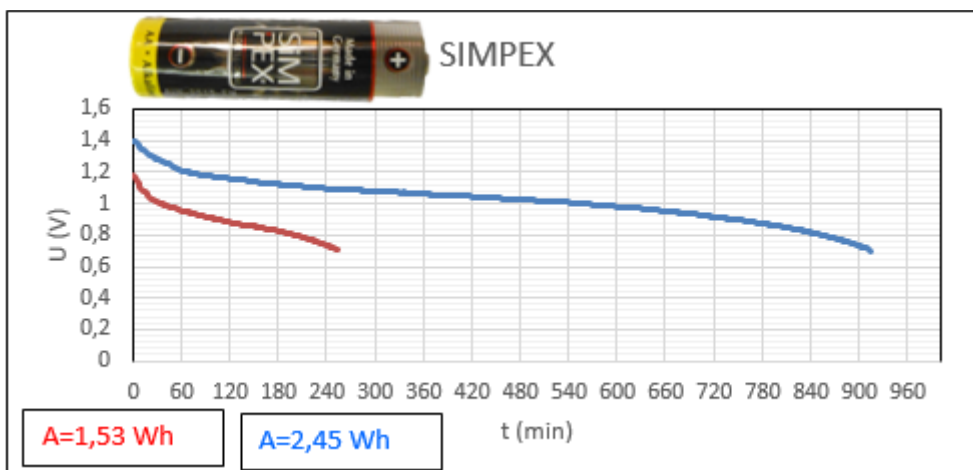
Graf 8: S-Budget



Graf 9: Sony Stamina Plus

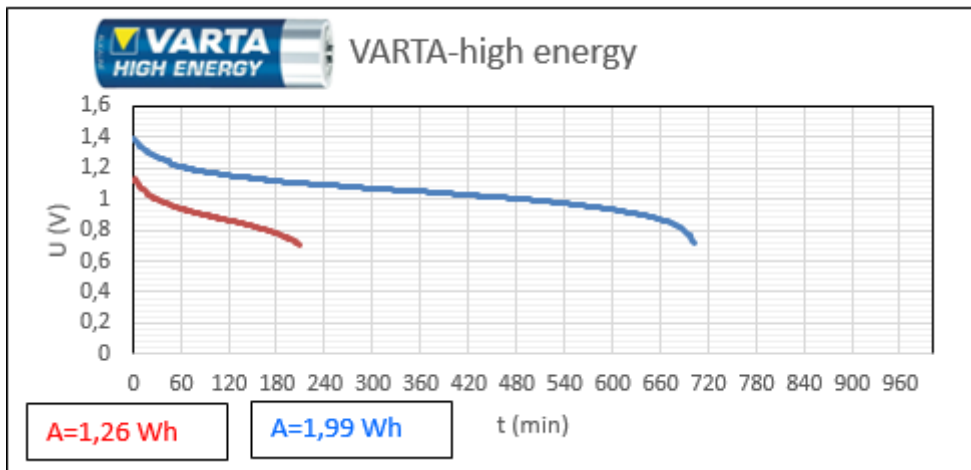


Graf 10: Simplex

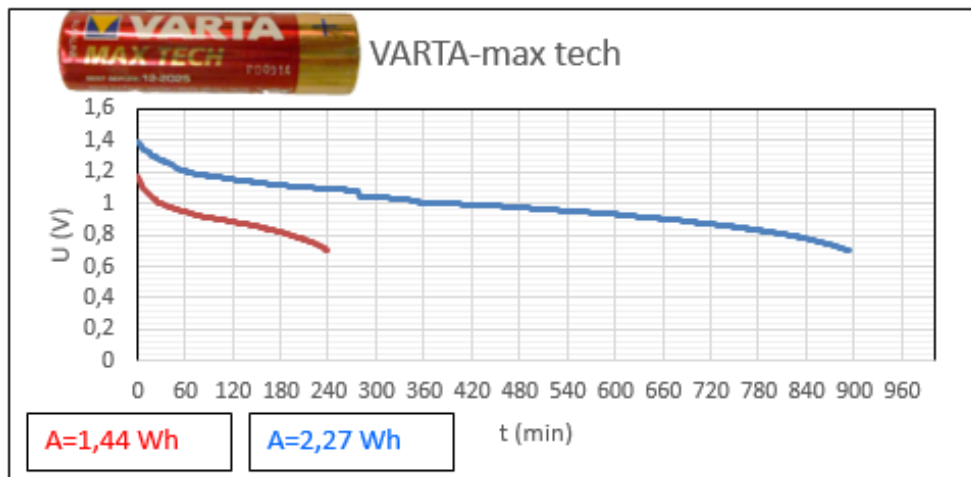




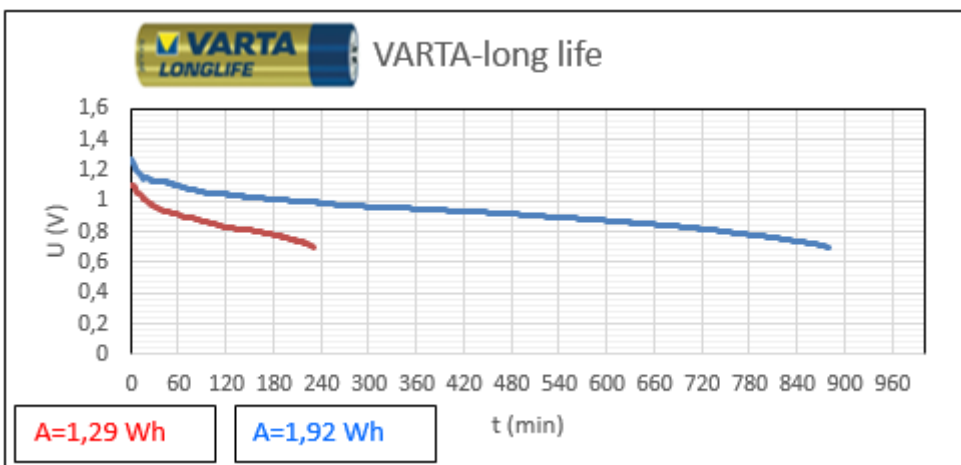
Graf 12: Varta High Energy



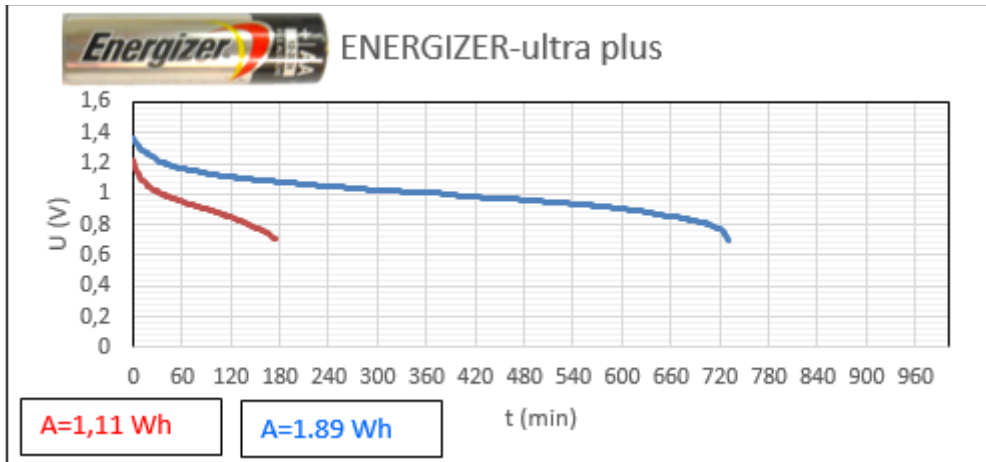
Graf 11: Varta Max Tech



Graf 13: Varta Long Life



Graf 14: Energizer Ultra Plus

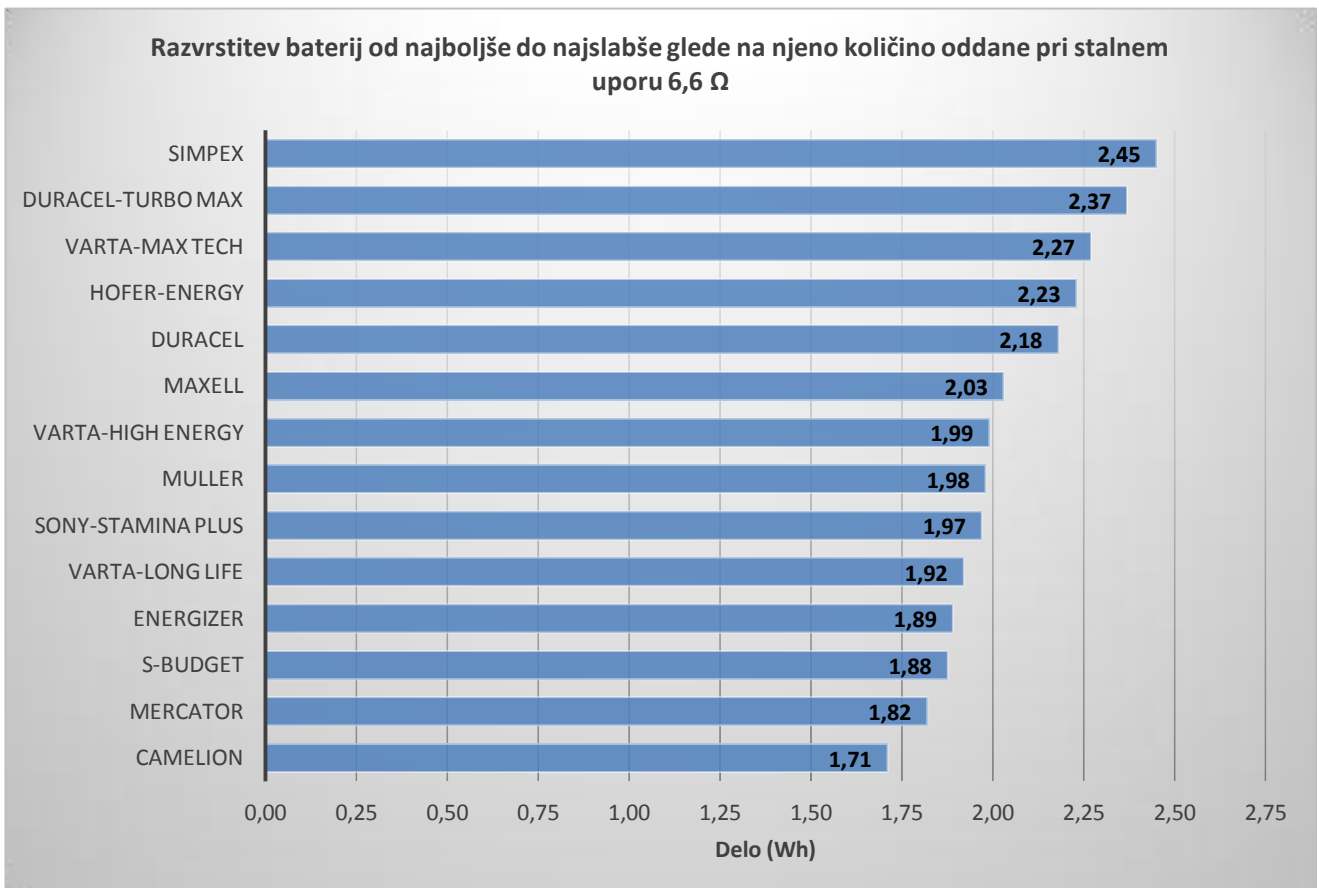


## 6. REZULTATI

### 6.1. Razvrstitev po količini energije

#### 6.1.1. Energija-manjši tok pri uporabi 6,6 $\Omega$

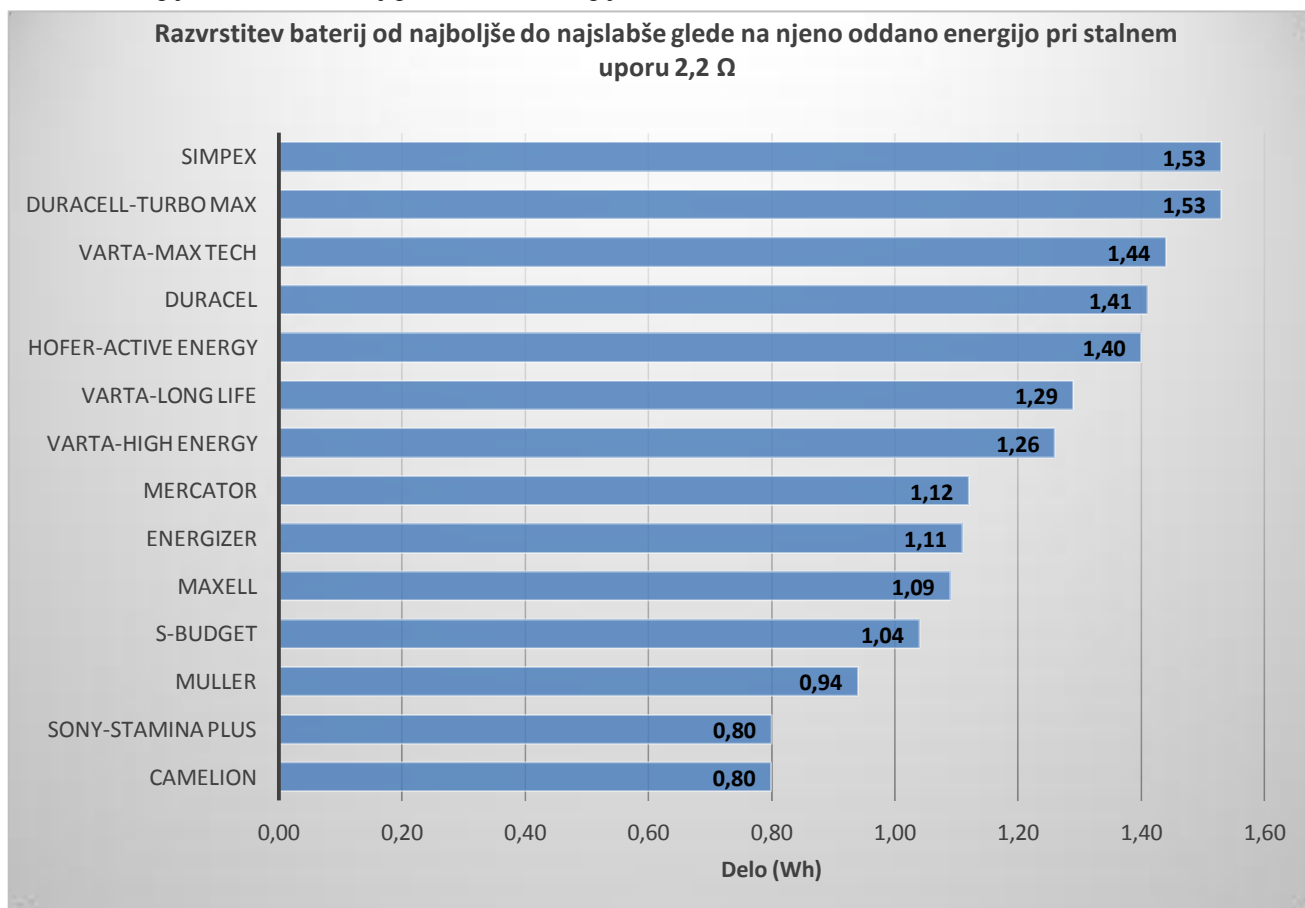
Graf 15: Energija -Vrstni red baterij glede oddane energije-manjši tok



Ko je baterija poganjala manjši električni tok, je bil čas praznjenja daljši in oddana energija večja. Največ energije sva izmerila pri bateriji SIMPEX-Spar. Iz grafa lahko tudi ugotovimo, da sta med prvimi petimi baterijami dve vrsti manj znanih proizvajalcev - to so baterije izdelane za večje trgovine (Spar, Hofer).

## 6.1.2. Energija-večji tok pri uporabi 2,2 $\Omega$

Graf 16: Energija-Vrstni red baterij glede oddane energije-VEČJI tok



Tudi v primeru večje obremenitve, ko je baterija poganjala električni tok približno 450 mA, je bil vrstni red skoraj popolnoma enak. Spet je bila najboljša baterija SIMPEX-Spar, med prvimi petimi so enake znamke baterij.

### **Ugotovitev: Hipoteza št. 1 drži deloma**

Res je, da so na prvih mestih baterije znanih proizvajalcev, res pa je tudi, da je po tej razvrstitvi najboljša manj znana baterija in da sta med prvimi petimi 2 taki "no name" bateriji.

Torej, ni "čisto res", da imajo baterije znanih imen iz reklam več energije kot baterije neznanih oziroma trgovinskih.

## 6.2. Razvrstitev po ceni energije

Izračunala sva tudi ceno 1 Wh energije, ki jo dobimo iz baterije.

Računala sva po enačbi:

$$\frac{\text{cena 1 baterije}}{\text{el. delo}} = \text{cena 1 Wh}$$

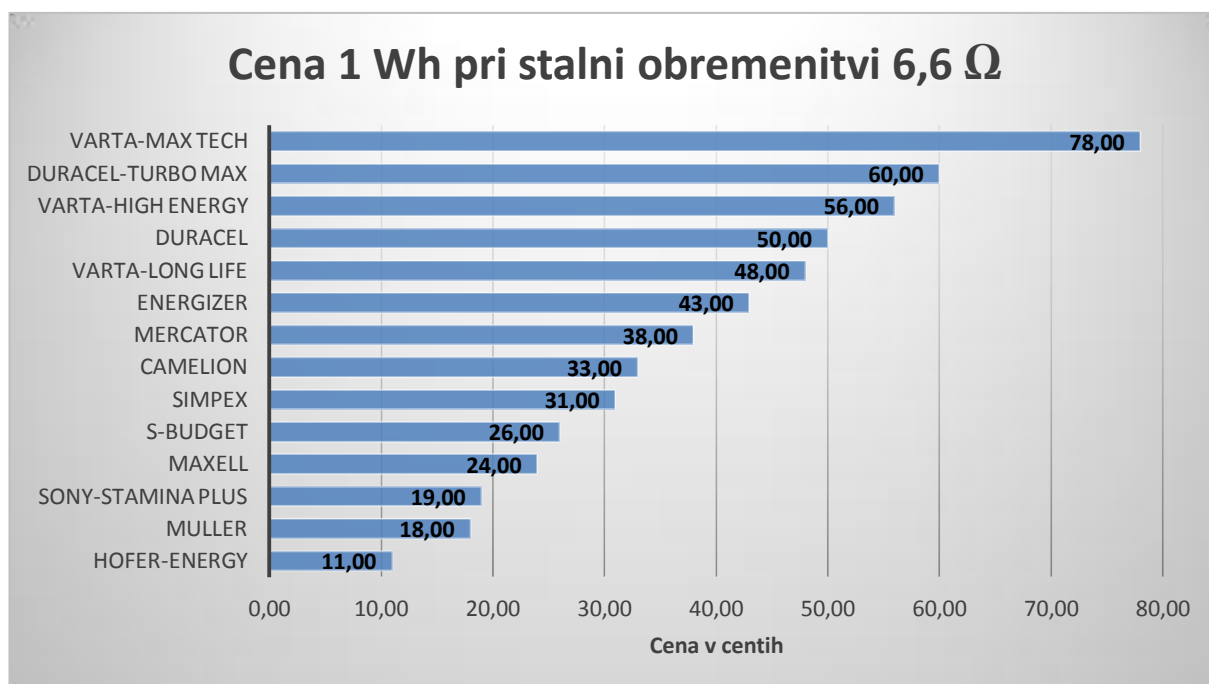
Enote:

- cena: v centih
- delo: v Wh
- cena 1 Wh: v centih

Cene baterij sva zbrala v eni trgovini, če se je to le dalo, saj določene baterije npr. Muller, Mercator, Hofer, S-Budget prodajajo le v določenih trgovinah.

### 6.2.1. Cena-manjši tok pri uporabi 6,6 Ω

Graf 17: Cena-Vrstni red baterij po ceni 1 Wh

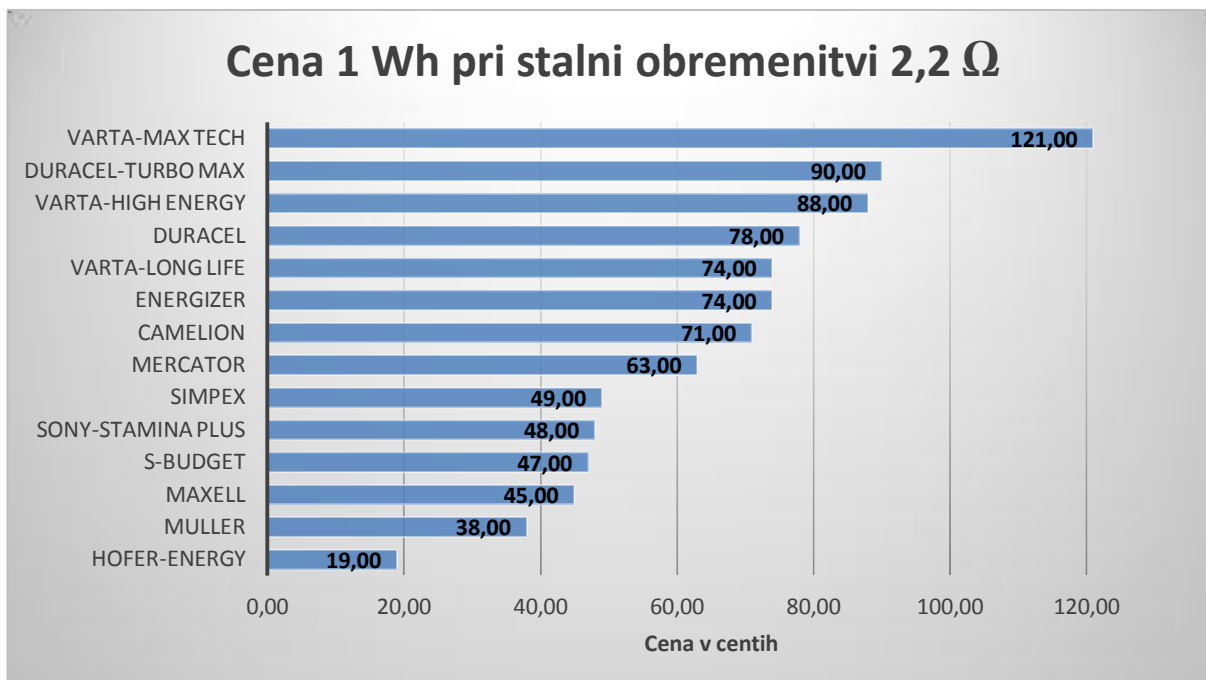


Ugotovila sva, da je cena energije baterij vseh znanih proizvajalcev večja od ostalih.

Če primerjamo najdražjo (Varta Max Tech) z najcenejšo (Activ Energy Hofer) je razmerje 7:1. Če upoštevamo, da je razmerje med njima v količini oddane energije 1,09:1, vidimo, da je baterija Varta Max Tech zelo draga baterija.

## 6.2.2. Večji tok pri uporabi 2,2 Ω

Graf 18: Cena-Večji tok pri uporabi 2,2 Ω



Ker dobimo pri večji obremenitvi iz baterije manj energije, je tudi cena 1 Wh višja, toda razmerja so približno enaka kot pri manjši obremenitvi.

### **Ugotovitev: Hipoteza št. 2 drži**

Cena 1 Wh energije znanega proizvajalca je lahko tudi 7 krat višja kar pomeni, da so cene baterij zvenečih imen tudi neprimerno dražje.

Torej, cena 1Wh energije baterije znanega proizvajalca je lahko nekaj krat večja od cene energije manj znanega proizvajalca.

## 7. RAZPRAVA

Absolutni zmagovalec najinih testiranj je baterija Activ Eney iz trgovine Hofer. Ima zelo dobro razmerje med kapaciteto energije in ceno energije. Takoj za njo je baterija Simpex iz trgovine Spar. Baterije Duracell in Varta pa so po najinih meritvah precej drag nakup.

Res je tudi, da se nam bolj splača kupiti baterije, ki imajo cenejšo 1 Wh energije, ni pa nujno da vsebujejo tudi največ energije in zato posledično zdržijo manj časa in jih je treba pogosteje menjavati. To sva ugotovila pri baterijah kot so Muller, S-Budget ali Mercator, ki so poceni, oddajo pa tudi manj energije. Zato se tukaj pojavi vprašanje: Katero baterijo je boljše kupiti, da čim manj škodujemo okolju? Trenutno je na tržišču samo ena vrsta baterije, ki ima po uporabi možnost reciklaže ampak samo 4% vse baterije.

Predvidevava, da če bi uporabljali baterije z več energije bi bilo to bolj okolju prijazno. Vendar se v raziskovanje tega nisva spuščala in tako pustila to vprašanje ne odgovorjeno.

## 8. LITERATURA

1. Kladnik, Rudolf: Fizika za srednje šole. DZS, Ljubljana 2006  
ISBN 86-341-1620-4
2. Beznec Branko, C. et al. Moja prva fizika 2. Založba Modrijan, Lubljana 1994  
ISBN 961-6357-59-X
3. Leksikon fizike. Založba Mladinska knjiga, Ljubljana 2000  
ISBN 86-11-15841
4. <http://michaelbluejay.com/batteries/rechargeable.html> (15. 1. 2015)
5. [http://breakingbad.wikia.com/wiki/Mercury\\_battery](http://breakingbad.wikia.com/wiki/Mercury_battery) (11. 11. 2014)
6. <http://www.energizer.com/about-batteries/how-do-batteries-work> (28. 1. 2015)
7. <http://www.reuk.co.uk/Measuring-the-Capacity-of-a-Battery.html> (10. 1. 2015)