



Středoškolská technika 2016

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

ENERGIE KAPES

Jiří Kubín

SPŠ a VOŠ Kladno
Jana Palacha 1840, 272 01, Kladno

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty SW atd.) uvedené v seznamu vloženém v práci.

Prohlašuji, že tištěná verze a elektronická verze práce jsou shodné.

Nemám závažný důvod proti zpřístupňování této práce v souladu se zákonem č.121/2000Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V.....dne.....

podpis.....

Poděkování

Děkuji mému konzultantovi Bc. Jánu Hýblovy a jeho společnosti Progedior Kybernétés s.r.o. za odbornou pomoc a finanční podporu, která mi byla poskytována, při tvorbě projektu.

Abstrakt

Energie kapes je projekt, ve kterém se zabývám energií akumulátorů mobilních telefonů.

Myšlenkou celého projektu je možnost získat tuto energii pomocí obnovitelného zdroje, konkrétně pomocí fotovoltaických panelů. Tyto panely by byly umístěny na ploše samotného telefonu, to znamená, že každý telefon by mohl být energeticky soběstačný! Zdali je to možné a kolik energie a peněz se ušetří, vyzkouším na zařízení vlastní výroby, které mi bude sloužit jako doklad o mé práci a především o reálné funkčnosti a použitelnosti celého projektu v praxi.

Při realizaci celého projektu děkuji za odbornou pomoc Bc. Jánu Hýblovi a společnosti Progredior kybernetés s.r.o.

Klíčová slova: mobilní telefon, akumulátor, energie, nabíjení, vývoj

Abstract

Energy pockets is a project in which I deal with energy of the batteries of mobile phones.

The idea of the whole project is the ability to obtain this energy by renewable sources, namely photovoltaic panels. These panels would be placed on the desktop, the phone itself, it means that each phone could be energy self-sufficient! Whether it is possible and how much energy and money saving, I will try on equipment of own production, which will be used as a proof of my work, and especially about the real functionality and usability of the whole project in practice. In the implementation of the entire project, thank for the support Bc. Ján Hýbl and his company Progredior kybernetés s.r.o

Keywords: cell phone, battery, power, charging, development

Obsah

1.Úvod.....	6
2.Charakteristika projektu.....	7
3.Evoluce akumulátorů ruku v ruce s HW mobilních telefonů.....	8
4.Pravda o Li-ion akumulátorech.....	14
5.Soběstačné zařízení.....	16
6.Měření DC-DC měničů.....	17
7.Ankety.....	20
8.Závěr.....	23
9.Zdroje.....	24

1. Úvod

Na naší „opečovávané planetce Zemi“ je rok co rok více aktivních mobilních telefonů. K roku 2015 to bylo 4,3 miliardy kusů. [1] To už je pořádná hodnota! Kdyby se například všechny tyto mobilní telefony poskládaly na sebe a udělal by se z nich jakýsi „komín“, byl při tloušťce 1 cm, dlouhý 43000 km, což je pro bližší představu 1,0729krát větší délka než je obvod naší „planetky Země“. Pokud se splní odhady statistiků, do roku 2020 bude mobilních telefonů skoro o miliardu více, to jest 5,2 miliardy. [1] Toto ohromné množství jde ruku v ruce s neustále zvyšující se energetickou náročností mobilních telefonů a především celé energetické sítě.

Pojďme se tedy podívat na to, kolik energie si vlastně mobilní telefony „vezmou“ v srdci Evropy.

V ČR v roce 2014 bylo vyrobeno 85,9 TWh elektrické energie. [2] Tento údaj je klíčový, pro následující srovnání s číslem, ke kterému jsem se pomocí vlastních průzkumů a propočtů po dlouhém zaokrouhlování dostal, viz kapitola 7 Ankety, ve které celý postup uvádím. Je to energie, kterou je zapotřebí dodat, aby všech 14 milionů mobilů v celé České republice mohlo fungovat po dobu jednoho roku. [3] Tato energie činí přibližně tolik, kolik v České republice vyrobí vodní elektrárna Lipno za čtvrt roku, nebo $\frac{3}{4}$ z celkově vyrobené energie největší fotovoltaické elektrárny v ČR za jeden rok. Je to 26,787 GWh. [8] [9]

Otázkou je, zdali na tuto nízkoenergetickou aplikaci (dobíjení mobilních telefonů) lze bez omezení použít fotovoltaické články o ploše stejné, jako je plocha zadní strany průměrného mobilního telefonu a pokud ano, kolik energie se tím ušetří. Myšlenka je taková, že každé „zařízení“ by mohlo být soběstačné.

Myslím si, že tato čísla stojí za zamyšlení a pokud i vám je toto téma alespoň trochu sympatické, pak doufám, že mým popisem, který obsahuje větší množství přirovnání, vám kvalitně zprostředkují problematiku, která by měla být blízka „každé kapse od kalhot, batohu, kabelce či bundě“, a především skoro každému z vás, vážení čtenáři.

O mobilní telefony se zajímám od té doby, co jsem si v šesté třídě chtěl za své ušetřené peníze koupit „smartphone“. Neměl jsem ani tušení, kolik parametrů vlastně výběr zařízení skrývá, a proto jsem začal číst tyto tři internetové stránky: www.mobilmania.cz, www.smartmania.cz, www.mobilenet.cz a později www.zive.cz. Nečekal jsem, že mě tyto weby tolik zaujmou, a mohu s klidem konstatovat, že mě neunikl jediný článek za 6 let.

Zkrátka jsem byl a stále jsem zainteresovaný do vývoje, který se podle mě začal zrychlovat s masovým rozšířením chytrých telefonů v roce 2010.

Nyní mohu říct, že svět mobilních telefonů z hlediska uživatele znám již velice dobře, a proto jsem se začal zajímat o to, co vlastně lidem na jejich komunikačních přístrojích vadí. Nejčastější odpovědí dotázaných uživatelů je délka výdrže baterie při plnohodnotném a neomezovaném provozu.

Ještě v roce 2003, v éře mobilních telefonů značky Nokia, by se nad výdrží telefonů mávalo rukou. Věřím, že na tuto éru každý rád nostalgicky vzpomíná. Vzpomíná na to, že i když Nokia 3310 ukazovala poslední čárku baterie, vydržela ještě další týden týden! O tom, jak jsme „vylepšili výdrž našich zařízení“ se dočtete více v kapitole Evoluce akumulátorů ruku v ruce s HW mobilních telefonů.

Jsem si vědom, že tato úvaha už prošla mozky mnoha lidí a také vím, že „powerbanka se solárkem“ už existuje. Pro mě samotného je ale nejdůležitější udělat si ze všech faktů, úvah a názorů ostatních svůj vlastní názor na to, jak se věci mají, a vyvodit z nich smysluplný závěr. Rozhodl jsem se, že si solární „powerbanku“ vyrobím sám, abych měl vůbec představu, kolik problémů budu při výrobě muset překonat a hlavně, abych si neověřenou teorii ověřil a získané informace potvrdil. Vývoj výrobku zařízení uvádím v kapitole Soběstačné zařízení.

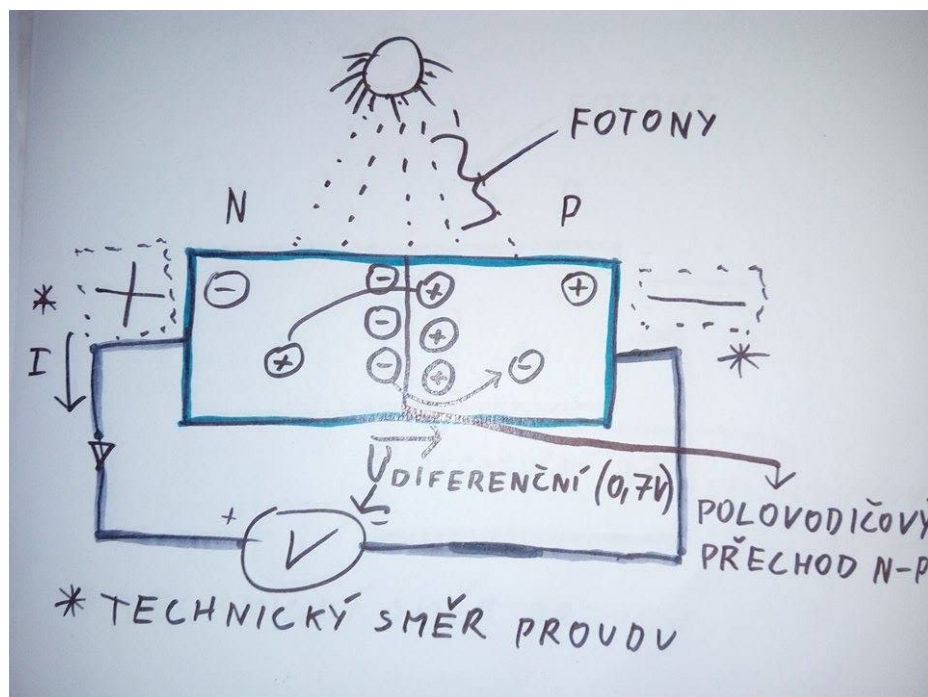
Jiří Kubín, AT.2

2. Charakteristika projektu

Cílem projektu je poučit lidi o zvyšující se energetické náročnosti a poukázat na to, že i takové nízkoenergetické aplikace, jako je nabíjení mobilních telefonů, se může během několika let stát poměrně významnou a nepřehlédnutelnou částí celkové spotřebované energie. Myšlenkou projektu je potvrdit, že výše zmíněné soběstačné zařízení by dokázalo udělat mobilní telefon energeticky nezávislým a v budoucnosti by tak odbouralo jednu z mnoha položek v spotřebované energii.

Projekt se váže k technologii fotovoltaických panelů, jejichž princip je zjednodušeně vysvětlen níže.

Fotovoltaický panel si můžeme představit jako spoustu polovodičových diod typu P-N, jejichž fungování je tak jednoduché, až mě to připadá geniální. Princip uvádím na vlastním schématu v obr. 1.



obr. 1 Princip fungování fotovoltaického panelu

Pokud na jednotlivé přechody typu P-N působí nějaký vnější podmět, v našem případě Slunce, tedy energie fotonů, tak mezi jednotlivými přechody v P-N přechodu vznikne diferenční napětí, které odpovídá použitému prvku. Nejčastěji se jedná : germánium nebo křemík, u prvního jmenovaného je diferenční napětí kolem 0,3V, a proto se ve fotovoltaických panelech nevyužívá. Křemík je pro tuto aplikaci použitelnější, jelikož je jeho diferenční napětí kolem 0,7V.

3. Evoluce akumulátorů ruku v ruce s HW mobilních telefonů

„Za tři dekády vývoje se mobilní telefony změnily k nepoznání a to se týká i součástí, bez které si telefon ani nedovedeme představit. Jednou z naprosto nepostradatelných součástí, bez které žádný mobilní telefon nebude fungovat, je baterie. Přesto i ona má za sebou svůj vývoj. Dnešní „smartphony“ mají mnohem větší nároky na energii než staré telefony. Podívejme se, jaká je historie baterií pro mobilní telefony. Bez baterií se neobejde pouze váš mobilní telefon, ale dnes si bez nich prakticky nedovedeme představit své životy. Žijeme v digitální době a všechny naše elektronické hračky potřebují ke svému provozu elektřinu, abychom nemuseli nosit na zádech velkou špulku kabelu a nebyli ve svém pohybu omezeni tím, kam dosáhne, potřebujeme baterie.“ [4]

Než začnu s vývojem sekundárních baterií, dovoluji si uvést tabulku s níže využívanými jednotkami a veličinami. Viz: tab. 1

Vysvětlení pojmů	
Ah	Jaký proud je akumulátor schopen dodávat po dobu 3600 s
Wh	Jaký výkon [P] je akumulátor schopen dodávat po dobu 3600 s
P [W]	$P=U \cdot I$ nebo $R \cdot I^2$ také $P=U^2/R$ Je to energie vykonaná za 1 s
Energetická hustota	udává se ve Wh/kg je to energie, kterou je schopen vykonat 1 kg hmoty

tab. 1 Užití jednotky a veličina

„První mobilní telefon DynaTAC, který v roce 1973 představil americký vynálezce a zaměstnanec Motoroly Martin Cooper, vážil 1,143 kilogramů a na délku měřil více než 25 centimetrů. Není divu, že si hned vysloužil přezdívku "cihla" nebo "bota" viz obr. 2. Nezanedbatelný podíl na jeho hmotnosti přitom měla i samotný niklo-kadmiový akumulátor (Ni-Cd), který vážil 850,486 gramů“. Navíc její kapacita vystačila na pouhých 20 minut hovoru a nabíjela se 10 hodin. Vývoj však jde rychle dál a tak se do roku 1983 podaří zmenšit mobilní telefon na polovinu původní váhy. Její hlavní výhodou je, že jí nevádí skladování ve vybitém stavu a je tak odolná vůči hlubokému vybití. Další velkou výhodou je pak dlouhá životnost, která může dosahovat až 1200 nabíjecích cyklů

Nevýhody však převažují. Ni-Cd akumulátory nemají takovou kapacitu jako mladší typy akumulátorů a navíc jsou také větší a těžší. Navíc Kadmium, ze kterého je vyrobena záporná elektroda je vysoce toxické a proto se tyto akumulátory nesměly vyhazovat do odpadu, ale pouze odevzdávat ve sběrných dvorech.

Tento typ akumulátorů také trpí tzv. Paměťovým efektem, což je snížení kapacity baterie, pokud dobíjíte baterii, která není kompletně vybitá. S tímto druhem baterie jste si nemohli dovolit dnes běžnou praxi, kdy strčíte telefon do nabíječky, když vidíte, že je téměř vybitý. Pokud byste to udělali s například na 50 procent nabitým Ni-Cd akumulátorem, tak vás to mohlo stát až 10 procent kapacity.

Jediným způsobem, jak alespoň částečně obnovit kapacitu takto poničené baterii, bylo tzv. Formátování baterie. To spočívalo v několikanásobném úplném vybití a následném úplném nabití baterie. Tento cyklus bylo dobré opakovat aspoň dvakrát nebo třikrát a doporučovalo se aspoň jednou za měsíc takto baterii zformátovat. V každém případě jste si museli dávat pozor i na nadměrné přebíjení. Baterie nesměla být v nabíječce déle než 24 hodin.“[4]

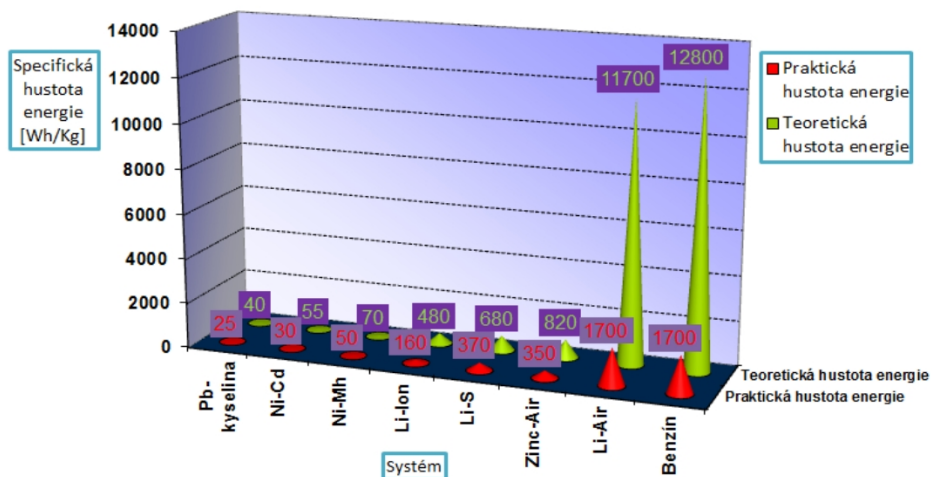


obr. 2 první mobilní telefon DynaTAC s Ni-Cd akumulátorem

Později se také rozšířily baterie Ni-Mh, které již neobsahovaly toxické kadmium, přinesly však novou nevýhodu. Počet dobíjecích cyklů oproti Ni-Cd technologii se zkrátil na polovinu tedy na 500-600 opakování.

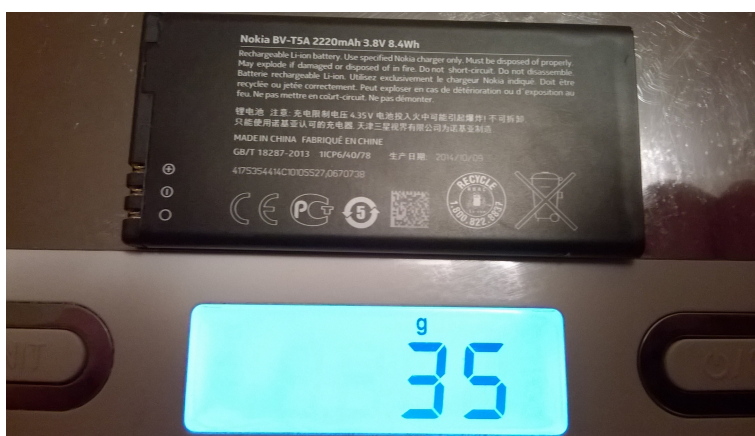
Než uvedu poslední a nám všem známou špičku v oblasti používaných akumulátorů tedy Li-Ion a Li-pol technologii, uvádím níže obrázek s porovnáním energetických hustot viz obr. 3.

Pro představu v následujícím příkladu spočítám, jak těžký by musel být akumulátor mobilního telefonu současnosti o kapacitě 8,7 Wh, kdyby byl nahrazen starým typem Ni-Cd akumulátorem.



obr. 3 Energetické hustoty Baterií

Vycházím z informací ze kterého vypočítám, že užívané Li-Ion články jsou 5,33 krát energeticky hustější. To znamená, že když na obr. 3, ze kterého vycházím zanedbám váhu „hlídací elektroniky“ umístěné v samotném akumulátoru mohu počítat, že Ni-Cd akumulátor by měl hmotnost 186g což je hodně, protože nový telefon, jehož baterie je na obr. 4 má hmotnost 120g včetně Li-Ion akumulátoru.

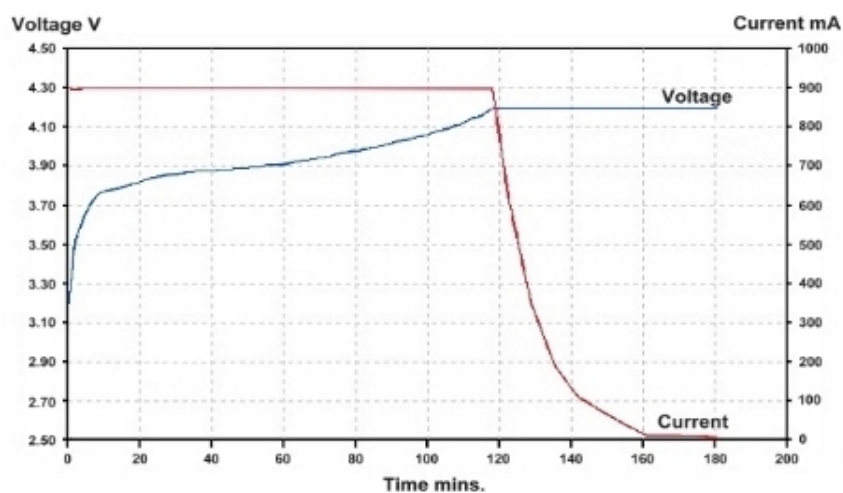


obr. 4 Hmotnost 8,7 Wh akumulátoru z Nokia Lumia 735

Mezi poslední dva typy mého seznamu nepatří nic jiného než nejpoužívanější akumulátory Li-Pol a „starší bratr“ Li-Ion. Tyto dva zástupci jsou si vlastnostmi (negativními i pozitivními) skoro podobné. Li-Ion baterie byly uvedeny v roce 1991 firmou SONY. [4] Následně popisované vlastnosti jsou sice „super!!“, ale zamyslete se! Tuto práci píšou na přelomu let 2015 a 2016, to znamená, že vývoj reálně použitelných článků stagnuje už čtvrt století! Ano, je to tak, pokud nebudu počítat s faktem, že se během těchto let se o něco málo zvýšila kapacita článků.

Před dvaceti pěti lety nám tyto baterie přinesly, vyšší kapacitu (spolu s dvojnásobnou cenou), odstranily paměťový jev, prodloužily životnost až na 2000 nabíjecích cyklů a skoro úplně odstranily samovybití.

Mezi nevýhody patří: pokud se akumulátor na dlouhou dobu dostane do zcela vybitého stavu, nebo naopak, pokud ho přebíjíme, jeho kapacita znatelně klesne (poškodí se), ale o tom více v kapitole 4. K jejich nabití musíme dodržet speciální a poměrně složitý nabíjecí postup, kdy se v průběhu jejich nabíjení musí měnit napětí, a to v s přesností na méně než 1%, také musíme hlídat teplotu článku. viz obr. 5



obr. 5 Nabíjecí charakteristika Li-Ion a Li-Pol akumulátorů

V této kapitole jsem se také chtěl zmínit o vývoji funkcí mobilních telefonů, které nám zkracují výdrž baterie. Myslím si však, že lepší než zdlouhavý popis napoví níže uvedená tabulka. viz tab. 2

Vývoj mobilních funkcí a HW, aneb co nám vybíjí baterii	
2015	První mobilní telefon s 4k displayem (to je 4x FullHD) SONY Xperia Z5
2013	První mobilní telefon s octa core UMI X2S
	První mobilní telefon s QuadHd displayem (2560x1440) LG G3
2012	První mobilní telefon s quad core HTC OneX
	První telefon s FullHD displejem (1080x1920) Samsung Galaxy S4
2011	První telefon s dvoujádrovým procesorem LG Optimus X2
	První telefon s HD displejem (720x1280) pixelů Samsung galaxy SII HD LTE
2007	Představen první I Phone
2005	V mobilu je poprvé Wifi
2002	Email v mobilu
	WAP (první internet v mobilu)
	Masové rozšíření MMS
	První mobilní telefon s VGA fotoaparátém Nokia 7650
	Masové rozšíření SMS
2001	První mobilní telefon s MP3 přehrávačem Siemens SL45i
2000	První mobilní telefon s Bluetooh, Ericsson T36
1997	První mobilní telefon s barevným displayem
1977	První mobilní telefon DynaTAC

tab. 2 Vývoj funkcí a HW mobilních telefonů

Potřebujeme vůbec mít 4K a QHD displeje, které jsou energeticky náročné?

„Dle různých dohadů se spekuluje, že lidské oko je schopno pojmout pouze něco kolem hodnoty 300 PPI a mnoho displejů se chlubí jemností až přes 400 PPI, což už oko při klasické pozorovací vzdálenosti, která se odhaduje na něco kolem 30 cm, nezpozoruje. Jedná se tudíž jen o velmi povedený marketingový trik, kde se z „hloupých“ uživatelů tahají peníze ze všech kapes. Koupit si mobilní zařízení za několik tisíc korun jen kvůli tomu, že má 13 Mpx fotoaparát a FuLL HD displej, což jsou vysoká čísla, je holý nesmysl.“ [5]

4. Pravda o Li-ion akumulátorech

Vzhledem k tomu, že Li-ion akumulátory jsou v současné době používány skoro ve všech mobilních telefonech, napadlo mě, že bych jim mohl věnovat více pozornosti.

Mojí pozornost jsem konkrétně zaměřil na fakty o nabíjení a vybíjení těchto sekundárních zdrojů energie.

Konkrétněji, na poměrně renomovaných internetových stránkách jsem se dočetl, že pokud se Li-ion akumulátor vybijí pod určitou napětíovou mez nenávratně se zničí!

Viz například:

- „Vadí jí úplné vybití. Když se dostane pod napětí 2,8 V, je velmi těžké ji znovu „oživit“.“ [10]
- „Napětí Li-pol a Li-ion NESMÍ klesnout pod 3 V, napětí LiFe pod 2 V.“ [11]
- „Když už vám telefon „umře“, měli byste ho nabít co nejdříve. Rozhodně se nedoporučuje nechávat vybitý smartphone týden v šuplíku. Baterie se v takovém případě může kompletně odporoučet do věčných lovišť a ztratit schopnost držet nabití.“ [12]
- "Pokud ponecháme baterie delší dobu vybité "vytuhnou" a jsou nenávratně zničeny". [13]

V průběhu psaní práce jsem s Li-Ion akumulátory pracoval v rámci mého výrobku, který popisuji v kapitole 5, kde byly použity hned dvě. Sám jsem si chtěl ověřit některé jejich vlastnosti, například jsem si již před několika lety všiml, že v nízkých teplotách, výrazně klesá jejich kapacita, což je obecně známo viz např. [14]

Dostal se ke mně však jeden zajímavý názor, konkrétně od mého odborného konzultanta, který mi prozradil, že již mnohokrát se mu podařilo „oživit“ skoro úplně vybitý Li-Ion akumulátor. Aby mě o tom přesvědčil zapůjčil mi domů akumulátor, který, byl asi rok někde na dně šuplíku a několik let předtím sloužil v notebookové baterii. Doma jsem tento článek připojil na nabíjecí obvod, který patří mezi ty nejlevnější, které se dají sehnat viz obr. 6. Tento obvod je možné pořídit za 0.44 \$.

O to více mě překvapilo, že samotný starý akumulátor se z pod vybitého stavu asi 0,6 V nabil na 4,2 V což pro mě bylo něco nepochopitelného, protože na mnohých renomovaných stránkách viz výše jsem se dočetl, že „akumulátor se odloučí do věčných lovišť“ což jsem z

části vyvrátil. Otázkou nyní bylo, zda-li i po odpojení napájecího zdroje si akumulátor udrží své napětí a o kolik % klesne jeho kapacita.



obr. 6 Nabíjecí obvod pro Li-Ion akumulátory

O tomto testu asi nejlépe vypoví následující tabulka. tab. 3

Test kapacity starého akumulátoru	
Výrobní kapacita [Wh]	8,69
I_{out} [A]	0,196
U_{out} [V]	5,5
Vybíjecí výkon $P=U.I$ [W]	1,08
Čas vybíjení [s]	21000
Vykonaná práce [Wh]	6,3
Pokles kapacity [Wh] ; %	2,66 ; 27,5%

tab. 3 Test kapacity akumulátoru

Z měření, které uvádím v tab. 3 můžeme jasně vidět, že akumulátor ze své kapacity ztratil jen 27,5%, což je poměrně málo, protože podle zmiňovaných internetových zdrojů by tato baterie měla být již „ve věčných lovištích“.

Toto je velmi zajímavý výsledek, neboť vyvracuje mnoho tvrzení, která nejsou ani trochu pravdivá. Nejlepší na tom je, že i tyto staré Li-Ion akumulátory, které většina lidí vyhodí, lze stále nabít a nadále používat v aplikacích, které nejsou tak moc náročné na kapacitu!!!

5. Soběstačné zařízení

Na obr. 7 můžeme vidět funkci celého zařízení, které je určené pro připojení na nabíjecí vstup mobilního telefonu.



obr. 7 Funkce soběstačného zařízení

(1) Fotovoltaické panely při plném osvětlení dodávají 7,04 V a proud 200 mA. Pro nabíjení Li-Ion akumulátorů však musíme dodat napětí o velikosti 4-6 V, proto je použit (2) DC-DC step-down měnič, pro který jsem si vypočítal hodnoty odporů a cívek, tak aby bylo na jeho výstupu 5 V. Těchto 5 V je připojeno na (3) nabíjecí obvod pro Li-Ion akumulátory s celkovou kapacitou 4800 mAh, které hlídají dva obvody v dohledu (na každou baterii zvlášť) a to proti úplnému vybití 2,5 V a přebití. Napětí 2,5-4,2 V je pak přivedeno do (4) DC-DC step-up měniče, jehož součástky jsou vypočítány pro výstupní napětí 4,87 V, které nám pak proměnným proudem nabíjí mobilní telefon.

Na obr. 8 je zařízení ve finální podobě (černá páska drží mobilní telefon a k samotnému zařízení rozhodně nepatří)!

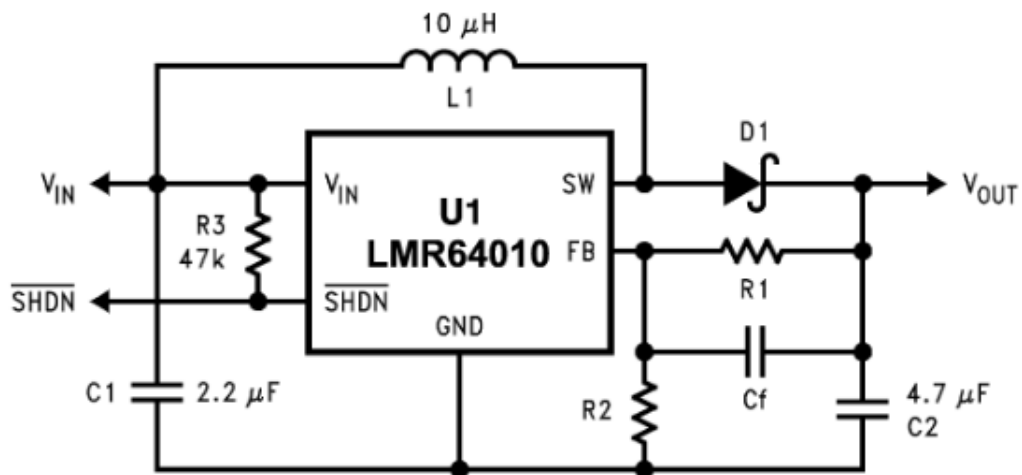


obr. 8 Zkompletované zařízení

6. Měření DC-DC měničů

DC-DC měnič je jeden z nejdůležitějších komponentů mého zařízení, bez kterého by zdaleka nemohlo fungovat. Také je to klíčové místo skoro všech nežádoucích energetických ztrát tzv Jouleovo teplo, kterého by se v nízkoenergetických aplikacích mělo objevovat jen zřídka. Jednoduše řečeno: „energetické ztráty jsou nežádoucí“.

Při úvaze o tom jaký DC-DC měnič mám na své zařízení použít jsem moc dlouho neváhal a rozhodl jsem se pro již ozkoušený obvod LMR 6401, který by na tuto aplikaci měl dokonale vyhovovat viz obr. 9. Podle výrobce zvedá napětí již od 2,7 V a je schopen dodávat proud až 1 A.



obr. 9 Schéma zapojení DC-DC step up

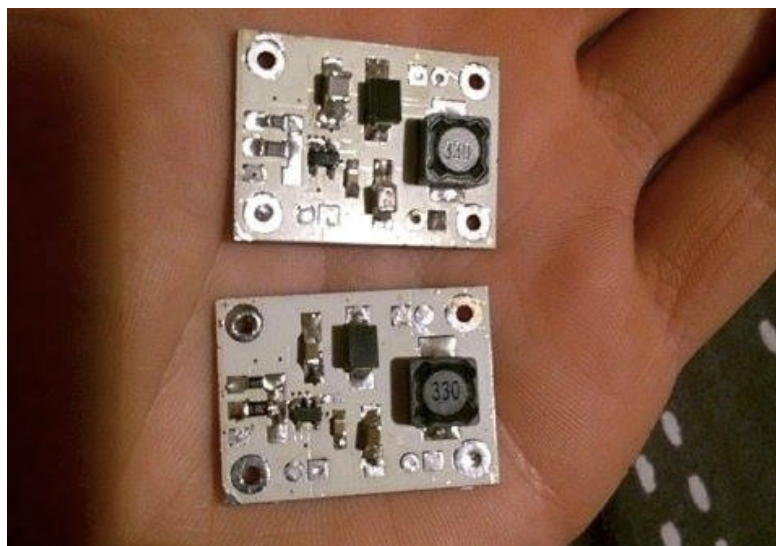
Tento obvod jsem již před časem zkoušel v jedné aplikaci, kde bylo výstupní napětí 12,2 V a výstupní proud byl do 400 mA, samotný LMR 6401 byl pak napájen ze sériové kombinace dvou Li-ion akumulátorů tedy napětím v intervalu (8,4; 5,4) V, kde při spodní hranici již obvod nedodával požadované napětí nastavené kombinací dvou odporů. Zapojení dosahovalo výborných výsledků, kde podle mých naměřených hodnot efektivita šplhala až k 90% což je nádherný výsledek viz tab. 4.

S ohledem na tuto skutečnost jsem předpokládal, že pokud stejný elektronický obvod použiji v aplikaci, kde je třeba vstupní napětí Li-ion akumulátoru (2,7 – 4,2) V zvýšit na 4,87 V bude účinnost vyšší než v předešlé aplikaci protože ΔU bude menší (maximálně 0,67 V).

Zvolil jsem tedy správnou hodnotu rezistorů a kondenzátoru pro výstupní napětí 4,87 V.

Vše jsem pečlivě zapájel a tento obvod jsem proměřil viz obr. 10. Výsledky měření mě však opravdu překvapily, protože účinnost se pohybovala jen kolem 50% a to jen u měřených napětí 3,7 V a 4,2 V viz tab. 5. Nejvíce jsem se ale divil, že obvod, který dle výrobce lze použít na tuto aplikaci, nevyhovuje, což byl problém se kterým jsem absolutně nemohl počítat.

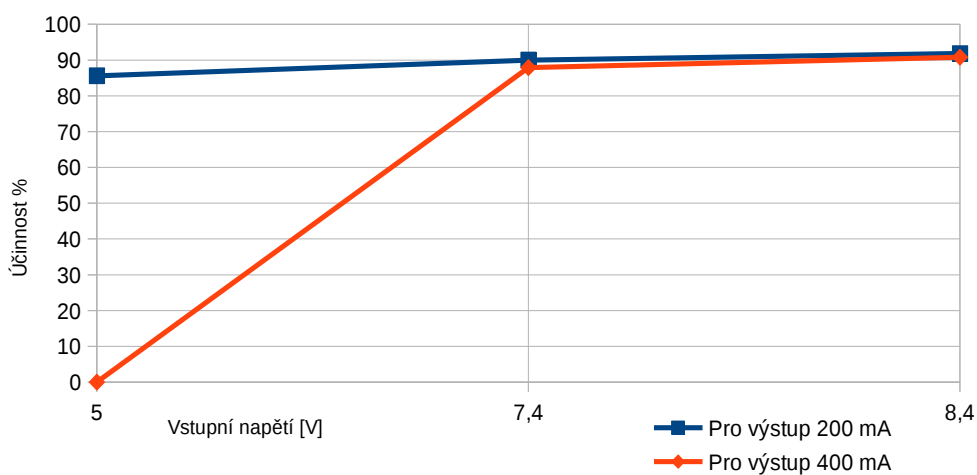
Z těchto zkušeností jsem se rozhodl zakoupit několik již osazených desek DC-DC step up a vyzkoušet je.



obr. 10 DC-DC měnič s čipem LMR6401 v SMD provedení (ručně pájeno)

DC - DC EFEKTIVITA							
Pro výstup 200 mA							
Poř. č. měř	U _{in} [V]	I _{in} [A]	P _{in} [W]	U _{out} [V]	I _{out} [A]	P _{out} [W]	účinnost
1	5	0,57	2,85	12,25	0,2	2,44	85,6
2	7,4	0,36	2,7	12,25	0,2	2,44	90
3	8,4	0,32	2,68	12,25	0,2	2,44	91,8
Pro výstup 400 mA							
Poř. č. měř	U _{in} [V]	I _{in} [A]	P _{in} [W]	U _{out} [V]	I _{out} [A]	P _{out} [W]	účinnost
1	5	0	0	11,4	0,4	4,56	0
2	7,4	0,74	5,55	12,2	0,4	4,88	87,9
3	8,4	0,64	5,37	12,2	0,4	4,88	90,8

Účinnost DC-DC při 12,2 V na výstupu



tab. 4 Měření DC-DC měniče s výstupem 12,2V

DC - DC EFEKTIVITA							
Pro výstup 100 mA							
Poř. č. měř	U _{in} [V]	I _{in} [A]	P _{in} [W]	U _{out} [V]	I _{out} [A]	P _{out} [W]	účinnost
1	2,7	0,56	1,4	4,08	0,1	0,4	28,5
2	3,7	0,3	1,11	4,87	0,1	0,487	43,2
3	4,2	0,22	0,924	4,87	0,1	0,487	52,7
Pro výstup 500 mA							
Poř. č. měř	U _{in} [V]	I _{in} [A]	P _{in} [W]	U _{out} [V]	I _{out} [A]	P _{out} [W]	účinnost
1	2,7						
2	3,7						
3	4,2	0,98	4,12	4,73	0,5	2,36	57,5

tab. 5 Měření DC-DC s výstupem 4,87V

7. Ankety

Jedním z cílů této práce bylo zjistit, jak je energeticky náročné nabíjení mobilních telefonů. Pokud se na tuto otázku podíváme blíže, zjistíme, že samotný výpočet bude obsahovat mnoho proměnných, které si budu muset sám určit. Proměnné pro výpočet energie jsou: průměrná kapacita akumulátoru mobilního telefonu, průměrné stáří mobilního telefonu a průměrná výdrž mobilního telefonu. Na tyto otázky vám nenajde odpověď ani „strýc“ GOOGLE nebo „teta“ Wiki, proto jsem se za odpovědi vydal mezi lidi všech věkových kategorií. Konkrétněji mezi 100 respondentů, kterým jsem kladl tyto tři otázky:

1. Jak často nabíjíš mobilní telefon (jak dlouho ti vydrží fungovat)?
2. Jak často inovuješ svůj mobilní telefon (kupuješ nový)?
3. Máš smartphone?

Průměrnou kapacitu akumulátoru mobilního telefonu jsem zjistil následovně. Z dvaceti nejoblíbenějších mobilů k datu 4.1.2016 dle internetové stránky heureka.cz jsem vypočítal kapacitu 2,373 Ah. Tento údaj však nelze brát jako výchozí, uvážíme-li tato fakta:

1. Mobilní telefon si nikdy „nevezme“ všechnu energii z akumulátoru (nechává si rezervu, aby se baterie nevybila pod kritickou hranici samozničení).
2. Postupem času baterie ztrácí kapacitu.

Hodnotu 2,373 Ah snížím o zmiňované dva body asi o 10%, dostávám číslo 2,135 Ah, což je pro nominální hodnotu akumulátoru mobilního telefonu (3,95 V) 8,44 Wh.

Dalším důležitým číslem je průměrná „výdrž“ mobilu na baterii. Výpočtem z odpovědí mi vyšlo velice překvapující číslo! 1,61 dne! Osobně jsem tipoval něco kolem dvou dnů a možná i více, ale toto zjištění mě vážně překvapilo.

Z těchto hodnot lze výpočtem odpovědět na již zmíněnou otázku z kapitoly 1 Úvod. „Je to práce, kterou je zapotřebí vykonat, aby všech 14 milionů mobilů v celé České republice mohlo fungovat po dobu jednoho roku.“

Nejprve tuto energii spočítám pro jeden mobilní telefon.

Vím, že průměrná výdrž mobilního telefonu na baterii činí 1,61 dne, to znamená, že ho uživatel za jeden rok nabije $(365/1,61)$ 226,7krát, tedy spotřebuje energii $226,7 * 8,44 \text{ Wh} = 1,9134 \text{ kWh}$.

Pokud budu počítat, že 1 kWh bude stát se všemi službami energetické společnosti 4,50 Kč, tak nás dobíjení mobilního telefonu za jeden rok vyjde na 8,6 Kč.

V celorepublikovém měřítku to činí $1,9134 * 14\,000\,000$ [3], tedy 26 787 600 kWh. To činí 0,031 % z celkově vyrobené energie v roce 2014, tedy 85,9 TWh Error: Reference source not found.

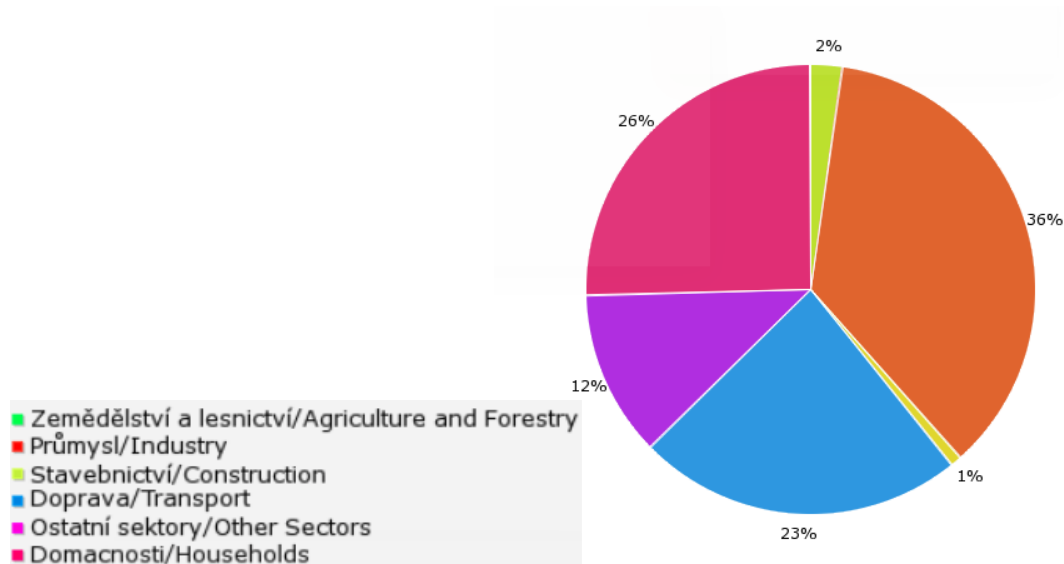
Podle mě je dost obtížné posoudit, zdali je to hodně nebo málo. Já osobně si myslím, že je to relativní, protože záleží, s čím tuto energii porovnáváme.

Nyní vám přiblížím, že i málo může být „hodně“.

Již zmiňovaná celkově vyrobená energie je totiž číslo, za kterým se toho skrývá mnohem více, než jsem doposud tušil. Toto číslo musíme brát podobně jako „výplatu“. Pojdme si tedy nyní toto číslo „osekat“ stejně tak jako váš hrubý příjem.

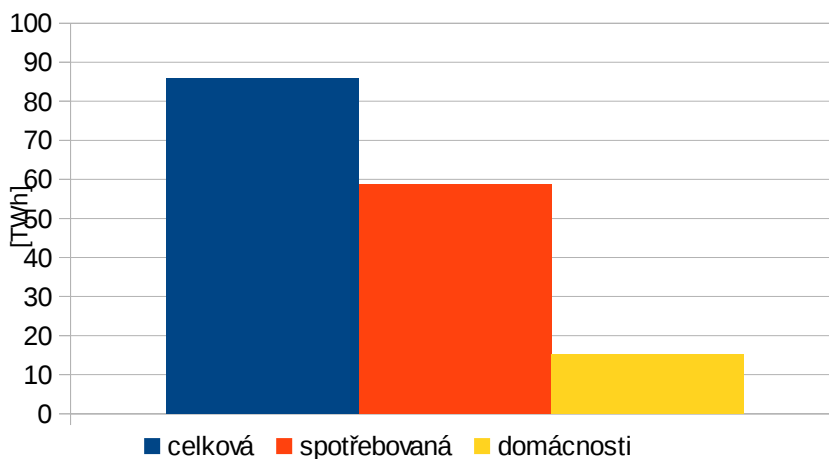
Začneme tím, že si řekneme, kolik se vlastně v „naší zemičce“ reálně spotřebuje elektrické energie. „Po započítání veškerých ztrát, spotřeby energetického sektoru a dalších faktorů byla čistá spotřeba elektrické energie v roce 2012 podle údajů Energetického regulačního úřadu 58,8 TWh. Do celkové energetické bilance České republiky je třeba také započítat dovoz elektřiny (11,587 TWh) a vývoz (28,707 TWh).“ [6] Od začátku projektu sice vycházím z údajů roku 2014, ale pokud tyto hodnoty porovnáme s hodnotami roku 2012, zjistíme, že jsou na procento stejné, a proto je zahrnuji.

Celkově se tedy reálně spotřebuje o celých 32,43 % méně energie, než se vyrobí. Těchto 58,8 TWh se pak spotřebuje v následujících aplikacích. viz obr. 11



obr. 11 Energie spotřebovaná jednotlivými odběrateli

Téma se zabývá energií kapes a nabíjení mobilních telefonů, patří tedy mezi energii spotřebovanou domácnostmi. Podle obr. 11 to představuje 26%, tedy 15,288 TWh energie. To je 5,61 krát méně, než je celkově vyrobená energie v ČR. viz graf 1.

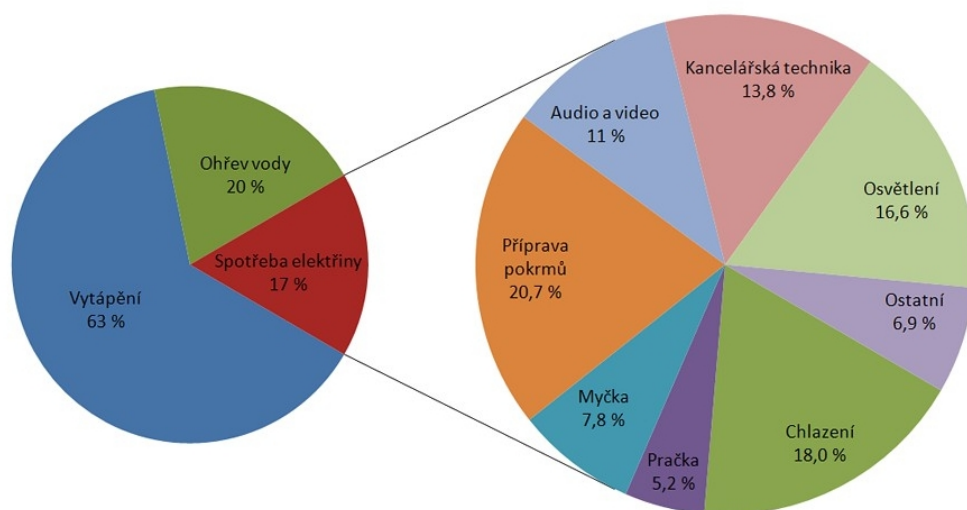


graf 1 Srovnání energií

Velikost spotřebované energie pro 14 000 000 mobilních telefonů, která byla nejprve porovnávána s celkově vyrobeno energií v ČR za jeden rok, byla zanedbatelná (0,031%). Pokud však tuto energii zařadíme mezi reálně spotřebovanou energii v domácnostech, bude její výše činit 0,17 %.

Jen pro představu, velké energetické společnosti, jako je třeba ČEZ, každý rok kalkulují s energií, která se ztratí na vedení. V roce 2011 tato energie činila asi 4 GWh. [6] Čistě teoreticky by tato energie stála při ceně 3 Kč za kWh 12 000 000 korun (bez nákladů na

výrobu). Pokud se vám tedy 26,7 GWh zpočátku zdálo málo a stále vám to není dost, mám pro vás další zajímavost. 86 % ze spotřebované energie v domácnostech bylo použito na vytápění a ohřev teplé vody. [7] Na zbylé aplikace, jako je například televizor, lednice, myčka, pračka, svícení, příprava pokrmů, nám tedy připadá 2,293 TWh. Pokud tedy mobilní telefony budeme porovnávat v této kategorii, pak nám vyjde, že tato energie je 1,165 % a to už je na takovou nízkoenergetickou aplikaci, jako je nabíjení mobilních telefonů, opravdu hodně, pakliže vezmeme v úvahu, že energie, která se spotřebuje na praní, je asi 5,2 %. viz obr. 12



obr. 12 Využití energie

8. Závěr

Na začátku celé práce byla jenom myšlenka, kterou mi hodně lidí z okolí rozmlouvalo a říkalo, že práce na tomto projektu je jeden velký nesmysl. Já jsem však potěšen, že těmto osobám nyní mohu říct a dokonce i doložit, že jejich snažení bylo marné a navíc i to, že se ve svém nepodloženém tvrzení mýlili.

Povedlo se mi vypočítat, kolik energie spotřebují všechny mobilní telefony v České republice za jeden rok. Především ale mohu potvrdit, že myšlenka energeticky nezávislého mobilního telefonu je opravdu proveditelná. Mé soběstačné zařízení je toho důkazem, protože od té doby, co toto zařízení funguje, je můj mobilní telefon energeticky nezávislý na okolní elektrické síti! Přispívá tomu i fakt, že baterie se nabíjí i pod mou pracovní lampičkou nebo jiným větším zdrojem světla. Abych energii na jeden den používání získal, stačí mít mobil venku z kapsy asi 4 hodiny, což je málo, protože každý den v průměru strávím asi 7 hodin ve škole a minimálně hodinu u mého pracovního stolu. Tato doba by však mohla být podstatně

kratší, protože použité panely mají plochu 74,5 cm², standardem dnešní doby jsou telefony, které jsou podstatně větší a svým obsahem překonávají 100 cm².

Musím ještě podotknout, že při tvorbě práce jsem si dvakrát zničil mobilní telefon vlivem špatného zapojení, ten byl však v obou případech vyreklamován.

Pokud by se na zadní stranu telefonu opravdu začaly dávat fotovoltaické panely, pak jsem dospěl k opravdu zajímavým údajům, které vám přiblížím na následujícím příkladu.

Představte si, že přijdete do obchodu s mobilními telefony a můžete si vybrat dva telefony, jeden se solárním nabíjením a druhý bez nabíjení. Telefon se solárním panelem by stál jen o 20 Kč více a vy jako rozumný člověk byste si ho určitě koupil. Na dva roky fungování průměrného telefonu bez solárního panelu budete potřebovat energii v hodnotě zhruba 20 Kč a to je shodou okolností i výrobní cena fotovoltaického panelu, který je na vybavenějším telefonu.

Pokud byste tedy opravdu využíval telefon s fotovoltaickým panelem, do dvou let by se vložená investice (20 Kč) vrátila. Třetím rokem, což je shodou okolností průměrná životnost mobilního telefonu, by nám mobilní telefon ušetřil 10 Kč. Je to sice málo peněz, ale myšlenka a hlavně pocit soběstačnosti má tak velkou hodnotu, že bych si za mobil se solárním panelem připlatil klidně 1000 Kč.

9. Zdroje

- [1] *Počet mobilních telefonů na planetě stoupne za pět let na 5,2 miliardy* [online]. 2015 [cit. 2015-12-27]. Dostupné z: <http://www.zet.cz/tema/pocet-mobilnich-telefonu-na-planete-stoupne-za-pet-let-na-5-2-miliardy-4119>
- [2] *Souhrnné údaje o výrobě elektřiny za leden až prosinec 2014* [online]. Ministerstvo průmyslu a obchodu, 6.2.2015, [cit. 2015-11-11].
- [3] Počet aktivních SIM karet v Česku stoupl na 14 milionů. *Aktuálně.cz* [online]. 2014 [cit. 2015-12-27]. Dostupné z: <http://zpravy.aktualne.cz/ekonomika/pocet-aktivnich-sim-karet-v-cesku-stoupl-na-14-milionu/r~6443de84d06c11e3b3cb002590604f2e/>
- [4] Mobilenet.cz: Techbox: Bez baterie se mobilní telefon neobejde. *Mobilenet.cz* [online]. [cit. 2016-01-14]. Dostupné z: <http://mobilenet.cz/clanky/techbox-bez-baterie-se-mobilni-telefon-neobejde-11791>
- [5] Beryko.cz: Ve světě displejů [online]. [cit. 2016-01-14]. Dostupné z: <http://www.beryko.cz/blog/recenze/ve-svete-displeju.html>
- [6] *Topsrovnani.cz Kolik vyrábíme elektřiny a jakou máme spotřebu?* [online]. [cit. 2016-01-07]. Dostupné z: <http://www.topsrovnani.cz/aktuality/energie-v-cr-kolik-vyrabime-elektřiny-a-jakou-mame-spotrebu>
- [7] [online]. [cit. 2016-01-11]. Dostupné z: http://vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=spotreba_energie_v_domacnostech

- [8] [online]. [cit. 2016-01-11]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/energie/vodni-energie/5-nejvetsich-vodnich-elektren-v-ceske-republice.aspx>
- [9] [online]. [cit. 2016-01-11]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Seznam_nejv%C4%9Bt%C5%A1%C3%ADch_fotovoltack%C3%BDch_elekt%C3%A1ren_v_%C4%8Cesku
- [10] Lithium-iontový akumulátor. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2016-03-14]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Lithium-iontov%C3%BD_akumul%C3%A1tor
- [11] *robodoupe.cz* [online]. 2014 [cit. 2016-03-14]. Dostupné z: <http://robodoupe.cz/2014/nabijeni-li-pol-li-ion-a-life-akumulatoru-1/>
- [12] *svetandroida.cz*: *Jak správně nabíjet baterii telefonu? Mýty a fakta o akumulátorech* [online]. 2014 [cit. 2016-03-14]. Dostupné z: www.akumulatorech-201403
- [13] *baterie-servis.cz* *Informace o bateriích* [online]. [cit. 2016-03-14]. Dostupné z: <http://www.baterie-servis.cz/baterie/>
- [14] Cnews: *extrahardware.cz*. : *Li-ion baterie: principy, provoz, rady (2.část)* [online]. 2011 [cit. 2016-03-28]. Dostupné z: <http://www.cnews.cz/li-ion-baterie-principy-provoz-rady-2cast/strana/0/1>