

Solární energie, aneb dokáže jezdit vozík pouze na FV panel?

Jáchym Hurtík

Vedoucí práce: RNDr. Marek Matura, Ph.D.
Odborný konzultant: ing. Zdeněk Hurtík



Gymnázium Přírodní škola, o. p. s.

18. 11. 2014

Poděkování:

- **RNDr. Marku Maturovi, Ph.D.**
za podnětné konzultace a vedení mé práce
- **Ing. Zdeňkovi Hurtíkovi**
za odbornou pomoc
- **Romanu Jehličkovi**
za studentskou slevu na solární panel

Obsah

1	Úvod a cíle.....	1
2	Jak jsem chtěl cílů dosáhnout?	1
3	Fotovoltaika a elektromotor	1
3.1	Co je to solární panel.....	2
3.2	Co je to fotoelektrický jev a kde vlastně v solárním panelu probíhá?	2
3.3	Výhody a nevýhody elektromotoru oproti motoru spalovacímu	2
4	Původní zadání.....	3
5	Metodika - Aneb jak jsem postupoval?	3
5.1	Z čeho jsem autíčko vyráběl	3
5.2	Pokusy a měření	4
5.2.1	Pokusy se součástkami.....	4
5.2.2	Popis modulů (součástek)	4
5.2.3	Přechod na 12V FVP	5
5.2.4	Pokusy se součástkami 3. část	8
5.2.5	Závěry měření a pokusů.....	8
5.3	Změny oproti původnímu zadání	9
5.4	Vlastní návrh.....	10
5.4.1	Výhody mnou zvoleného řešení	10
5.4.2	Jednotlivé moduly.....	11
5.4.3	Problémy při konstrukci	12
5.5	Vozítko.....	12
5.5.1	Parametry vozidla	12
5.5.2	Vylepšení vozidla?.....	12
6	Závěr:	14
7	Zdroje:	15

1 Úvod a cíle

V poslední době se svět začíná ubírat směrem obnovitelných energií, protože zásoby ropy a uhlí nejsou nekonečné. A už z tohoto důvodu se musíme spolehnout pouze na ropu, co již na Zemi je. A té zbývá už jen asi na 40 letⁱ. Z tohoto údaje pak vychází spousta novinových článků či různých filmů na téma, „Dochází ropa“, „Den kdy došla ropaⁱⁱ“, „Co bude, až dojde ropa“, „Za 20 let nastane konec světa – podle americké těžební společnosti dojde ropa.“, „Svět bez ropy!ⁱⁱⁱ“ a spousta dalších takovýchto titulků. Také proto se většina firem, zabývajících se energií, snaží vyvinout co nejefektivnější způsob výroby převážně elektrické energie a v neposlední řadě pak také energie pro pohon vozidel (alternativní pohony). Díky této snaze jde také vývoj fotovoltaiky mílovými kroky kupředu. Například solární automobil je koncept posledních pěti až desíti let, a již se prodává, zatímco například takové počítače se vyvíjely téměř dvacet let, než bylo vůbec možné mít jakýsi „domácí“ počítač a ne počítač do sálu. A také z tohoto důvodu jsem si jako cíle svojí práce stanovil :

- seznámit se s principem pohonu vozidel pomocí fotovoltaiky,
- odzkoušet tento pohon na modelu vozidla ve zmenšeném měřítku
- a také jsem se chtěl naučit něco nového, ať už o fotovoltaike, nebo o natáčení klipů o výrobě modelu, ale hlavně jsem chtěl odpovědět na řadu otázek, které se během práce vyskytnou.

2 Jak jsem chtěl cílů dosáhnout?

- Nejprve jsem si prostudoval různé vědecké publikace a internetové zdroje o problematice solárních panelů, která, jak jsem zjistil, mi bude dělat veliké překážky:
 - cena x výkon
 - váha x výkon
- Na základě studia jsem nakoupil komponenty, respektive použil komponenty, co jsem již měl doma.
- V dalším kroku jsem tyto komponenty samostatně otestoval.
- Následně jsem sestavil a otestoval zapojení FVP → motorek.
- Zjistil jsem, že toto zapojení nefunguje, začal jsem vymýšlet alternativní zapojení.
- Sestaviť
- 5. Sestavení modelu a jeho osazení fotovoltaikou živeným elektromotorem
- 6. Testování kompletní sestavy FV-EM-Model
- 7. Vyhodnocení celého postupu a výstupu“

3 Fotovoltaika a elektromotor

Vzhledem k tomu, že se celá moje práce zabývá fotovoltaikou, bylo by dobré vás na začátek seznámit s tím, co je vůbec solární panel a jak funguje.

3.1 Co je to solární panel

„Solární panel je článek vyrobený z polovodičových, většinou křemíkových plátek tenčích než 0,3 mm. Na spodní straně plátku je průchozí elektroda. Na horní straně je druhá elektroda, která má plošné uspořádání tvaru dlouhých prstů zasahujících do plochy křemíkových plátek. Tak může světlo na plochu svítit.

Povrch solárního článku je chráněn skleněnou vrstvou sloužící jako antireflexní vrstva. Díky tomu do polovodiče vniká co nejvíce světla a zároveň je chráněn proti nepřízní počasí. Antireflexní vrstvy se zpravidla vyrábí napařením oxidutitanu na sklo, čímž článek získá typickou tmavomodrou barvu.

V současné době se provádí testy i s jinými polovodičovými materiály, jako je např. arsenid gallitý, sulfid kademnatý, telurid kademnatý, selenidy mědi a india, či sulfidy gallia^{“iv}.

3.2 Co je to fotoelektrický jev a kde vlastně v solárním panelu probíhá?

„**Fotoelektrický jev** či **fotoefekt** je fyzikální jev, při němž jsou elektrony uvolňovány (vyzařovány, emitovány) z látky (nejčastěji z kovu) v důsledku absorpce elektromagnetického záření (např. rentgenové záření nebo viditelného světla) látkou. Emitované elektrony jsou pak označovány jako **fotoelektrony** a jejich uvolňování se označuje jako **fotoelektrická emise (fotoemise)**.

Pokud jev probíhá na povrchu látky, tzn. působením vnějšího elektromagnetického záření se elektrony uvolňují do okolí látky, hovoří se o **vnějším fotoelektrickém jevu**. Fotoelektrický jev však může probíhat i uvnitř látky, kdy uvolněné elektrony látku neopouští, ale zůstávají v ní jako vodivostní elektrony. V takovém případě se hovoří o **vnitřním fotoelektrickém jevu**.“^v

3.3 Výhody a nevýhody elektromotoru oproti motoru spalovacímu

- + není přímo závislý na ropě
- + má mnohem větší efektivitu
- + má možnost rekuperace brzděné energie
- + má okamžitý nástup kroutivého momentu (je ihned připraven k provozu)
- + neodbírá energii v klidu (při stání na semaforu...)
- je dražší a složitější
- aby měl stejný výkon jako spalovací, musí být větší
- zatím neumíme udržet dostatečné množství energie pro dlouhé jízdy
- v případě použití baterie dlouho „tankuje“ (dobíjí) oproti spalovacímu motoru na principu natankuji → jedu

4 Původní zadání

Zde jsou mnou vytvořené původní cíle, které jsem bohužel všechny nezrealizoval (viz kapitola 5.3):

„1) můj hlavní cíl je postavit autíčko na rádiové častěji dnes dálkové ovládání (RC – Radio Controled) o rozměrech maximálně 50x30cm, toto auto bude poháněné baterií o napětí 6v a kapacitě cca. 2 A/h nabíjené solárním panelem, pevně přidělaným na auto se jmenovitým příkonem 300 mA/h. Na stavbu tohoto auta bych využil auto již existující, které bych rozebral na součástky a namontoval na svůj vlastní podvozek, a to z důvodu, že na podvozek stávající se nevejde baterie.

2) Pokud by to bylo možné, pokusil bych se sestrojít rádiové ovládání vlastní. Doma mám veškeré potřebné vybavení a tištěné spoje jsem též schopen vyrobit doma (postup zde <http://www.hw.cz/teorie-a-praxe/dokumentace/vyroba-dps-nazehlenim-toneru.html> nebo zde <http://www.ok1kvk.cz/web/index.php/technicke-lanky/425-vyroba-plonych-spoj>). Dále bych také chtěl (s panem docentem Drašarem - zabýval se několika projekty na téma SE) prozkoumat zblízka solární panely – jak vlastně fungují, jaká je jejich cena, jaké jsou nároky na údržbu, atd...

3) O tom všem natočím krátký klip - max. 2-3min .

Jak to udělám?

Už nějakou dobu jsem v kontaktu s panem docentem Drašarem, v jehož spolupráci by tento projekt vznikl. Ve své praktické maturitě budu pracovat se silnoproudem, ale i maloproudem (finální produkt bude pouze na maloproud - silnoproud bude použit pouze při výrobě - pájka, svářečka...). Dále si nejspíše budu vytvářet a osazovat vlastní tištěné spoje - pokusím se vymyslet vlastní schéma RC soustavy.

Mými výstupy:

bude hlavně RC auto a popřípadě krátká brožura cca. 2-3 strany s velkými obrázky a klip.“

5 Metodika - Aneb jak jsem postupoval?

Na začátku své práce, ostatně jako při každém začátku projektu jsem si stanovil body a cíle (kap. 1 a 2), jimiž jsem se později řídil a také jsem si upřesnil zadání. Nejdůležitějším z těchto bodů bylo, jak bude vůbec "autíčko" fungovat. V tomto bodě jsem obecně popisoval převážně technické parametry svého modelu. Takovými parametry jsou například: jak bude vozítko velké, na kolik Voltů bude poháněno, jak bude řešen přenos síly z fotovoltaického panelu na pohyb - viz. také kapitola 5.1 Z čeho jsem autíčko vyráběl. Dalším takovýmto bodem bylo, jak bude autíčko vypadat. Z důvodu finanční náročnosti jsem se rozhodl, že můj model nebude mít design, ale bude to model pouze funkční.

5.1 Z čeho jsem autíčko vyráběl

Jelikož se již dlouho zabývám elektrotechnikou, měl jsem část materiálu k dispozici doma. Přesto jsem spoustu komponent musel dokoupit. Podrobněji je tato kapitola rozepsána níže [5.2.2.](#)

Co jsem již vlastnil (bližší popis modulů v kapitole 5.4.2):

- FV na 6V, který jsem již vlastnil díky dřívějším projektům ve škole (<http://goo.gl/zhwPp0>)
- vrak modelu auta z Tesca na dálkové ovládání (konkrétně RC jednotka, přední náprava a zadní náprava), které jsem již měl a pouze jsem ho rozebral.
- akumulátor Alarmguard s provozním napětím 12V jsem již vlastnil také díky projektům typu kamerová Tatra (<http://goo.gl/VnaWUq>, <http://1drv.ms/1ukK1LU>)

Co jsem musel dokoupit:

- FV panel na 12V, protože jak je popsáno v kapitole [5.2.1](#) s FV panelem na 6V jsem měl řadu problémů, a proto jsem se rozhodl přejít na 12V FV panel. (<http://goo.gl/zcUwXI>)
- Regulátor FV panelu 12V, protože jsem díky pokusům s FV 6V zjistil, že samotný panel bez regulátoru není pro moji práci použitelný, dále jsem se pokoušel si takovýto regulátor vyrobit doma, ale díky použití tranzistorů a pokročilé technické úrovni hotového výrobku jsem nebyl schopen ho v domácích podmínkách navrhnout a následně vyrobit. (<http://goo.gl/DtVRex>, <http://goo.gl/utyQN9>)

5.2 Pokusy a měření

5.2.1 Pokusy se součástkami

Abych ověřil parametry svých komponent a potvrdil možnost použití v mém projektu, dělal jsem s nimi různé pokusy a grafová měření. (měřeno digitálním multimetrem DT9205A, FVPměřen na přímém slunci).

- *Pokus č. 1*

Cíl: Dokáže panel 6V přímo roztočit motorek z modelu?

Postup: Na solární panel jsem připojil voltmetr. Panel jsem umístil na přímé slunce a změřil jsem napětí. Ve chvíli, kdy napětí dosáhlo maximální katalogové hodnoty, připojil jsem motorek.

- *Pokus č. 2*

Cíl: Dokáže panel 6V přímo rozsvítit LED diodu 2mA?

Postup: Podle katalogového napětí panelu a maximálního proudu LED žárovky jsem spočítal, jaký odpor musím přidat, aby se LEDka nespálila. Takovýto odpor jsem doma našel a přidal do obvodu. Poté jsem znovu panel umístil na přímé slunce a ve chvíli, kdy napětí dosáhlo maximální katalogové hodnoty, připojil jsem mnou zhotovený obvod se sériově zapojeným odporem a LED diodou.

5.2.2 Popis modulů (součástek)

Dále jsem musel samozřejmě provést různá analogická měření zakoupených součástek a výsledky těchto měření jsem poté porovnal s parametry v katalogích.

Vlastnosti 6V FVP

- Z katalogu jsem vyčetl, že tento panel by měl dodávat do obvodu napětí 6V a měl by mít maximální proud 0,5A.
- Z výsledků měření jsem zjistil, že tento panel ani na přímém slunci nesplňuje podmínky uvedené v katalogu a tudíž je nejspíše poškozen či jinak znehodnocen, nebo jsou v katalogu uvedené špatné údaje.

5.2.3 Přechod na 12V FVP

Z výše uvedených důvodů jsem dospěl k závěru, že tento panel je pro můj projekt nepoužitelný, proto jsem se rozhodl přejít na 12V solární panel.

Důvody pro přechod (znamínkem + jsou označené kladné důvody a znaménkem – záporné):

+ 12V fotovoltaický panel je levnější a maloobchodně dostupnější

+ 12V baterie je také dostupnější než 6V baterie

+ 12V regulátor též dostupnější než regulátor na 6V

- Napájení autíčka je na 6V a tudíž bude potřeba napětí pomocí odporů či pomocí regulovaného zdroje snížit z 12V na 6V

Vlastnosti 12V FVP

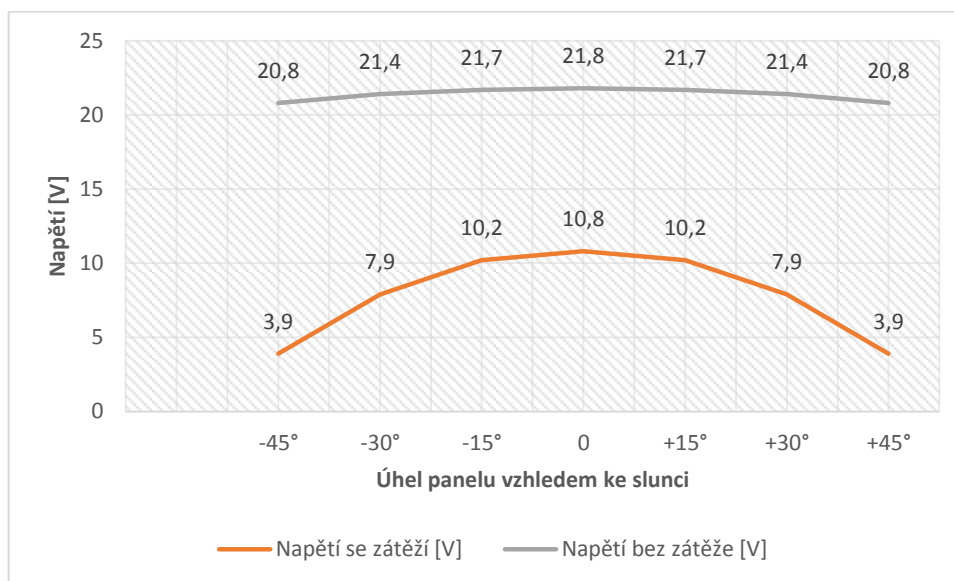
- Dle katalogových údajů by tento panel měl mít v zátěži 0,28 A 12 V a naprázdno při naprosto vyjasněných podmínkách až 21 V.
- Z výsledků vyplývá, že tyto parametry panel zhruba splňuje a lze tudíž použít pro můj projekt.

Pokusy s 12V FVP 1. část – Sklon a směr

- *Pokus č. 3*

Cíl: Jak se projeví úhel natočení panelu ke slunci na jeho výkonu v zátěži?

Postup: Připravil jsem si solární panel připevněný do sklopného držáku v úhlu 35° ke stolku (což je standard) a položil jsem ho na zahradní stůl, dále jsem si připravil buzolu. Natočil jsem panel přímo ke slunci, změřil hodnoty a poté jsem ho otočil o 15°. Tuto akci jsem opakoval 3x, než jsem dosáhl 45°. Poté jsem panel natočil zpět kolmo ke slunci a celý proces jsem opakoval na opačnou stranu. Všechny hodnoty jsem poté dosadil do tabulky, ze které jsem udělal graf, viz níže.

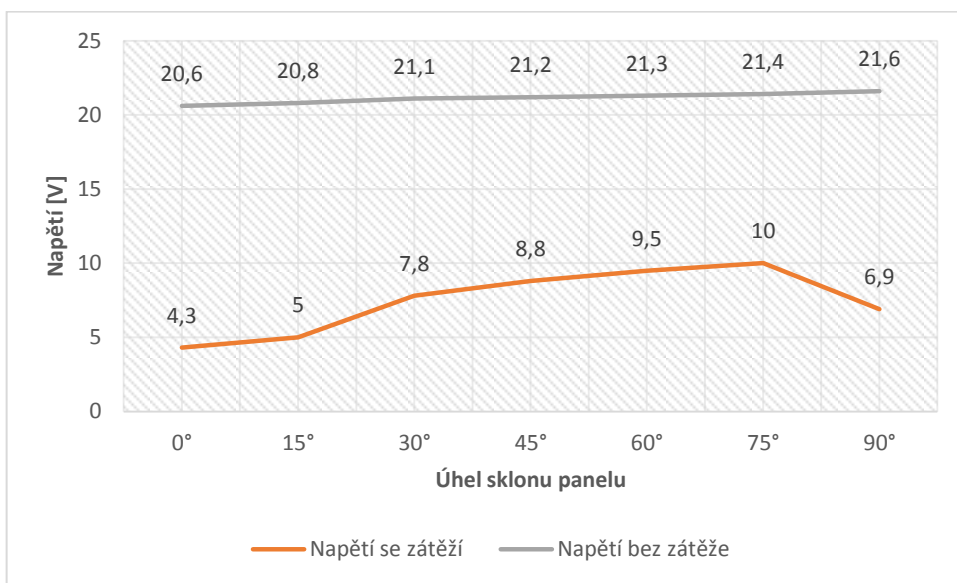


Graf. 1 – Závislost napětí na úhlu natočení panelu vzhledem ke slunci

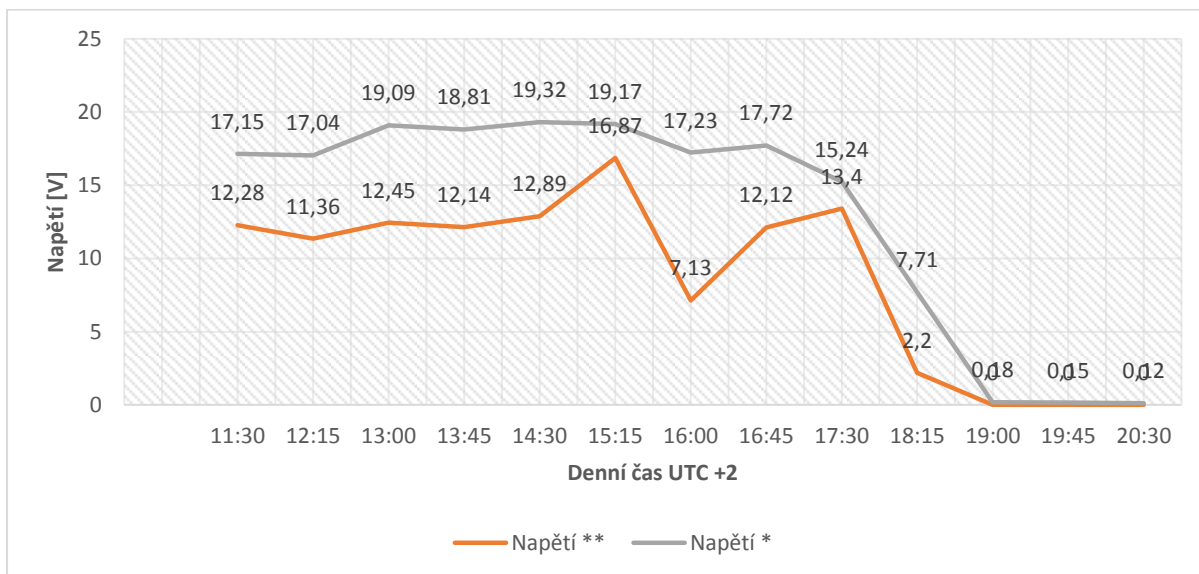
- *Pokus č. 4*

Cíle: Jak se projeví úhel sklonu panelu na jeho výkonu v zátěži?

Postup: Připravil jsem si solární panel připevněný na desku a položil jsem ho na zahradní stůl, dále jsem si připravil pravítko s úhlem 30°. Natočil jsem panel přímo ke slunci a postavil jsem ho tak aby se stolem svíral pravý úhel (90°). Poté jsem změřil hodnoty a pak jsem ho sklopil pomocí pravítka o 15°. Tuto akci jsem opakoval 6x, než jsem dosáhl 0°. Poté jsem všechny hodnoty dosadil do tabulky, ze které jsem udělal graf, viz níže.



Graf. 2 – Závislost úhlu sklonu panelu na jeho napětí.



Graf. 3 - Výsledky analogického měření pro 12V FVP za jasného počasí

Vysvětlivky: *Napětí na prázdko **Napětí se statickou zátěží 0,2A při 12V = 60 Ohm

Podmínky: Tyto údaje byly naměřeny za poměrně jasného počasí, při sklonu panelu 45° a při směru sklonu na JZ.

5.2.4 Pokusy se součástkami 3. část

- **Pokus č. 5**

Cíl: Dokáže 12V FVP přímo roztočit motorek?

Postup: Na solární panel jsem připojit voltmetr. Panel jsem umístil na přímé slunce a změřil jsem napětí. Ve chvíli, kdy napětí dosáhlo maximální katalogové hodnoty, připojil jsem motorek.

- **Pokus č. 6**

Cíl: Dokáže 12V FVP přímo rozsvítit LED diodu?

Postup: Podle katalogového napětí panelu a maximálního proudu LED žárovky jsem spočítal, jaký odpor musím přidat, aby se LEDka nespálila. Takovýto odpor jsem doma našel a přidal do obvodu. Poté jsem znovu panel umístil na přímé slunce a ve chvíli, kdy napětí dosáhlo maximální katalogové hodnoty, připojil jsem mnou zhotovený obvod se sériově zapojeným odporem a LED diodou.

5.2.5 Závěry měření a pokusů

- **Pokus č.1:**

Solární panel (6V) není schopen přímo roztočit motorek. Bude se muset najít jiné technické řešení.

- **Pokus č.2:**

Solární panel (6V) je schopný rozsvítit přímo LED diodu.

- *Pokus č.3:*
Při prvním pootočení o 15° se sníží napětí v zátěži o cca. 5 – 7 % při dalším otočení, ale už o 20 – 22 % a při posledním už dokonce o 36 – 38 %. Tyto hodnoty se k mému překvapení naprosto shodují na obou stranách.
- *Pokus č.4:*
Nejvýhodnější úhel sklonu pro takzvané „zimní slunce“ je 75° a to až skoro o 5%.
- *Pokus č.5:*
Solární panel dokáže přímo roztočit motorek na 6V.
- *Pokus č.6:*
FVP dokáže rozsvítit LED diodu.

Co z to pro mě znamená?

- Nelze použít přímé zapojení motorku na FVP, protože by to byl nestálý zdroj a měl by vyšší napětí.
- Nutno použít baterii.
 - Když svítí slunce, pojedete autíčko na solární panel, když zajde, přepne se na baterii.
 - Přes regulátor, který nabíjí baterii když je proud v solárním panelu nadbytek a ze které proud čerpá, když je ho málo. Tuto cestu jsem zvolil, neboť je nejefektivnější a finančně nejméně náročná.
 - Přes měnič – o tom se zde nebudu rozepisovat, neboť je to velmi drahé, neefektivní a objemné, tudíž pro můj projekt absolutně nepoužitelné.
- Optimální tvar solárního panelu je kužel se sklonem stěn 75° vůči povrchu na kterém stojí. Tento tvar však se stávající technikou nejsme schopni vyrobit.

5.3 Změny oproti původnímu zadání

Díky řadě experimentů a analogických měření jsem odhalil řadu „nesmyslů“ v původním zadání, které jsem musel poupravit, či úplně odstranit a vymyslet znovu.

- Jedna z takových věcí co se úplně nezadařila, byla spolupráce s panem docentem Drašarem. Přesto, že bych s ním spolupracoval velmi rád, bohužel je pan docent Drašar velmi vytížen, a tudíž jsme nebyli schopni dohodnout se na jediném termínu.
- Dále jsem v záměru hovořil o stavbě vlastního RC ovládání, což ale bohužel také není možné, neboť je na vysoké technické úrovni, které ani s pomocí svého dědy a internetu nejsem schopen porozumět.
- V zadání jsem se také vůbec nezmiňoval o použití regulátoru, který, jak jsem později shledal, je pro mojí práci potřebný.
- Také jsem se zmiňoval o tom, že bych chtěl, aby auto svítilo, o čemž jsem později usoudil, že je naprosto zbytečné, neboť moje práce se nezaměřuje na vytvoření svítícího a blikajícího auta, nýbrž na prozkoumání a prostudování solární energie a tudíž jsem tuto funkci vynechal.

5.4 Vlastní návrh

5.4.1 Výhody mnou zvoleného řešení

- Relativně levné
- Komponenty se dají „zrecyklovat“ (znovu použít pro jiné účely)
- Alternativně (když není slunce) dá se nabít i pomocí nabíječky
- Na rozdíl od zapojení přímo, díky baterii jezdí, i když je zataženo

5.4.2 Jednotlivé moduly



Obr. 1 - Šaši – „kapota/podvozek“ modelu. Plexisklo o tloušťce 4mm



Obr. 4 - Použitý motorek – z vraku modelu auta.



Obr. 2 - Zbytek hračky – Vrak modelu. Používám z důvodu složité mechanické konstrukce (převody, serva...) přesto, že jsem měl původně v plánu, nelze vyrobit doma.



Obr. 5 - Aku – olověná baterie na 12V z dřívějších pokusů typu kamerová Tatra atd.



Obr. 3 -Dálkové ovládání – z vraku modelu. Také jsem původně zamýšlel domácí výrobu, ale bohužel jí nejsem schopen.



Obr. 6 - Regulátor 12V – zakoupený regulátor. Přestože jsem se pokoušel, nelze z důvodu vysoké technické pokročilosti vyrobit.



Obr. 7 - Zdroj 12V (FVP) –
zakoupený 12V FVP

5.4.3 Problémy při konstrukci

Jako při každém projektu i při tom mém se vyskytla řada chyb a problémů. Zde vám ukáži pouze ten nejzajímavější.

1. Náběhový proud

- Popis: Prvním problémem bylo, že motorek, který jsem si vybral pro použití v mojí práci, má obrovský náběhový proud¹, a to až desetinásobně větší než běžný proud a bohužel pro mě není solární panel schopný tento proud dodat.
- Řešení: Tento problém nevyžadoval téměř žádnou mojí pozornost, neboť byl vyřešen použitím regulátoru, viz kapitola 2.2.6 - b.

5.5 Vozítko

5.5.1 Parametry vozidla

- Výška: 27 cm
- Šířka: 20 cm
- Délka: 34 cm
- V-max: 10 km/h

5.5.2 Vylepšení vozidla?

Během experimentování se součástkami jsem přišel také na řadu, bohužel mnou nerealizovatelných, vylepšení a úprav. Zde je jejich výčet:

1. Použití lehkých kovových dílů:

- Tato úprava spočívá v tom, že bych si všechny díly mohl sám odlít ze slitiny lehkých kovů (například hliník, apod.) a takovéto díly poté namontovat na auto. To bohužel nejsem schopen.

2. Využití ložisek a převodů:

- Tuto úpravu bohužel také nejsem schopen zrealizovat, neboť je na ní zapotřebí soustruhů a složitých mechanických zařízení na výrobu převodů, které nemám k dispozici. Existují sice firmy, které vám tyto stroje propůjčí, respektive vám tyto součásti na zakázku vyrobí, ale takováto varianta je finančně velmi náročná.

3. Konstrukce na bázi modelů:

¹Náběhový proud je takový proud, který potřebuje dané zařízení ke svému rozběhu. Např. klasický motorek potřebuje 0,36 A na to, aby se roztočil, ale jakmile se již točí, odebírá pouze 0,16 A

- Toto vylepšení, by se sice dalo použít, ale je také velmi náročné, jak z finanční, tak modelářské stránky.
4. Využití motorku s malým náběhovým proudem:
- Toto řešení je už poněkud reálnější z hlediska maloobchodní dostupnosti, ale na úkor své extrémně přemrštěné ceny. Pro představu motorek použitelný pro mojí práci stojí zhruba 1500 Kč, což překračuje náklady na celou mojí práci.
5. Lehčené baterie:
- Dále by se také dalo použít lehčený, výkonný akumulátor, který se běžně v ČR prodává a používá, především pak pro potřeby, ať již modelového či skutečného letectví. Tyto akumulátory jsou avšak také velmi drahé.
6. Zvětšení plochy FVP
- Je také velmi drahá a v současné době i poměrně nedostupná varianta, poněvadž FVP se prodávají jen v určitých velikostech a to – malé FVP do velikosti cca 30 - 50 cm a pak velké od velikosti cca 120 – 150 cm.

6 Závěrem:

Závěrem práce bych rád uvedl, že jsem docela zklamaný, že se mi nepovedlo splnit všechny cíle, co jsem uvedl v úvodu. Asi nejvíce mě mrzí spolupráce p. docentem Drašarem. Byl jsem s ním i nějakou dobu v komunikaci, ale pak jsem na to již bohužel neměl čas, a byl jsem vlastně rád, že jsem stihl vyrobit vozítko a sborník. Co mě dále mrzí, je, že jsem nestihl vyrobit klip a brožurku, protože jsem vůbec nepočítal s tím, že výroba vozítka bude tak složitá. No a to rádiové ovládání byla už absolutní blbost, protože jsem v žádném případě nemohl mít zkušenosti, pro výrobu RC ovládání. Sice se nyní učím s Arduinem, ale tam také ještě nejsem tak daleko. Pro ty, co by chtěli na moji práci například navázat, nebo si něco podobného postavit také, bych uvedl pár rad:

1. Pokud máte dostatek finančních prostředků, zkuste využít doporučení z kapitoly 5.2.2, osobně bych nejvíce doporučil ložiska a lehčenou baterii. Vozítko pak bude lehčí a lépe ovladatelnější.
2. Dále by jste také mohli zakoupit panel lehčí, nebo bez rámu. Já mám panel s rámem, a je velmi těžký, a vozítko velmi zpomaluje a ničí.

S čím jsem spokojený? V této kapitole jsem až podsud' svojí práci pouze kritizoval, teď přijde ta lepší část. Za prvé jsem velmi spokojený s váhou, rozměry a kvalitou provedení vozítka. Byly i chvíle, kdy jsem již ani nedoufal, že bude vozítko jezdit. Ale moje obavy se naštěstí nevyplnily, a tak autíčko jezdí a i poměrně rychle. Jsem s ním velmi spokojený. Další věcí ze které jsem nadšený je samotný FV panel. Na začátku své práce jsem si stanovil maximální limit financí, a jednu dobu jsem si myslel, že se do tohoto limitu nevejdu, a že si nebudu moci FV panel dovolit. Naštěstí mi pan Roman Jehlička poskytl slevu díky které jsem mohl svůj projekt zrealizovat, a tímto mu ještě jednou velice děkuji. Ale to už je opravdu vše...

7 Zdroje:

ⁱKDY DOJDE ROPA? V OPTIMISTICKÉ VERZI ZA 60 LET. A V PESIMISTICKÉ...?. *National Geographic* [online]. 2011, 14-11-2011 [cit. 2015-02-25]. Dostupné z: http://www.national-geographic.cz/clanky/kdy-dojde-ropa-v-optimisticke-verzi-za-60-let-a-v-pesimisticke.html#.VO3_rfmG-Vo

ⁱⁱ<https://www.youtube.com/watch?v=VOMWzjrRiBg>

ⁱⁱⁱ<https://www.youtube.com/watch?v=wkd76w3CYBU>

^{iv}http://cs.wikipedia.org/wiki/Solární_panel / <http://www.led-zdroj.cz/show-free.htm?fid=6>

^vhttp://cs.wikipedia.org/wiki/Fotoelektrick%C3%BD_jev